

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad de Física y Química

La formación del profesorado en ciencias.
¿Vanguardia en la mejora del proceso educativo?

Training of science teachers.
First step for the improvement of the educational
process?

Autor

Jorge Pozuelo Muñoz

Director

M^a Carmen Ceamanos Valero

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2018

Índice

1. Introducción.....	3
1.1. Antecedentes, motivaciones y aspiraciones.....	3
1.2. Introspección competencial del Máster en Formación del Profesorado.....	5
1.2.1. Análisis global	5
1.2.2. Contextualización de la actividad docente	7
1.2.3. Psicopedagogía y convivencia en el aula.....	7
1.2.4. Procesos de enseñanza aprendizaje	8
1.2.5. Didáctica de las ciencias.....	8
2. Justificación de los proyectos desde la óptica de la didáctica de las ciencias	9
2.1. Análisis científico del contenido.....	9
2.2. Análisis didáctico.....	11
2.3. Selección de objetivos.....	13
2.4. Estrategias didácticas y metodología.....	15
2.5. Estrategias de evaluación.....	18
3. Presentación de los proyectos educativos realizados.....	18
3.1. Proyecto Didáctico para Hidrostática y Fluidos	18
3.1.1. Análisis previo de la propuesta.....	18
3.1.2. Secuenciación del proyecto y actividades	20
3.1.3. Evaluación del aprendizaje y la enseñanza.....	22
3.2. Proyecto de Innovación Docente	23
3.2.1. Análisis previo de la propuesta.....	23
3.2.2. Descripción de la actividad.....	24
3.2.3. Implementación, resultados y evaluación	26
4. Reflexiones.....	29
4.1. Análisis didáctico de los proyectos presentados.....	29
4.2. Análisis de la función docente desde la óptica del docente en formación.....	31
5. Conclusiones	39
6. Bibliografía.....	43
7. Anexos.....	48

1. Introducción

Si se realiza un análisis completo del proceso educativo de cualquier alumno o alumna sea cual fuere su edad, contexto o circunstancia, acabaremos pasando por un aspecto clave en su formación, el docente. En este sentido y sin perder la óptica de lo complejo del proceso, la formación del profesorado debe ser una de las vanguardias en las que incidir para mejorar aquellos aspectos que se creyesen oportunos en la educación de los alumnos y alumnas de cualquier centro educativo.

Es fácil justificar la importancia de este proceso, pues, si se analiza con cautela todo lo que conlleva la profesión docente es posible afirmar que se trata de una de las profesiones que abarca campos de conocimiento de más distinta índole. Sirvan de ejemplo los conocimientos necesarios en psicología, legislación o la didáctica concreta de la especialidad, en este caso la de las ciencias.

Por otro lado, el docente trabaja con un colectivo cuyo contexto e intereses son, a priori, muy distintos a los suyos propios, por lo que su formación en habilidades sociales y actitudes también es fundamental para un desarrollo exitoso de la profesión. Además tanto el colectivo como sus intereses evolucionan al ritmo que lo hace la sociedad por lo que la renovación del docente tanto en conocimientos como en actitudes debe ser un continuo. Si a todo ello unimos la particularidad del vaivén temporal que supone trabajar con alumnos que cada año tienen la misma edad mientras que la edad del docente sigue el ritmo lógico de la vida, da una idea de la complejidad, también emocional, que supone esta profesión.

Así, como docente en formación y futuro profesional de la educación, se ha decidido realizar una modalidad de trabajo que sirva de memorándum personal del paso por el Máster en Formación del Profesorado dentro de la especialidad de Física y Química a partir del análisis de dos proyectos didácticos elaborados a lo largo del curso. Para ello se ha buscado sintetizar aquellas reflexiones que he tenido la oportunidad de extraer y en algunos casos implementar en un aula real de secundaria, subrayando la envergadura que estas han supuesto en la construcción de mi modelo docente y poniendo en alza el valor que este máster supone en la formación de los futuros docentes y por ende, en todo el proceso educativo.

1.1. Antecedentes, motivaciones y aspiraciones

Previo al proceso de formación en didáctica, en este caso en ciencias, es importante que el docente tenga una formación específica en aquellos contenidos relacionados con la materia o materias que impartirá en el aula. En mi caso, un Grado en Física lo que me aporta los pilares teóricos en ciencia para poder desarrollar de forma más efectiva la labor como docente. No obstante, aun cursando esta formación siempre he

compatibilizado con algún puesto de trabajo, todos ellos de muy distinta índole dadas las circunstancias socio-económicas de nuestro país en la última década.

El último empleo, en el que aún ejerzo, es como profesor de apoyo en una academia. Este puesto de trabajo, además del crecimiento personal que me haya podido aportar y aporta, me condujo a dos valoraciones que considero claves para mi futuro profesional:

- Por un lado, el dictamen definitivo en considerar la función docente como mi vocación. Justificar esta afirmación conllevaría una extensión poco adecuada para el presente trabajo, por lo que la expongo a partir de una de las primeras reflexiones que me llevó a esta conclusión, y es el hecho de ser el único puesto de trabajo en el que las horas siempre han avanzado mucho más rápido de lo me hubiese gustado (mirar el reloj para que no avance y no al contrario como siempre me había ocurrido).
- Por otro lado, este empleo presenta grandes limitaciones didácticas dado que se trabaja sobre el planteamiento didáctico diseñado por esta persona, teniendo la responsabilidad de no actuar de forma errónea para no romper el planteamiento didáctico del docente titular. Ahora bien, tiene un gran aspecto positivo, y es el hecho de estar en continuo contacto con metodologías didácticas y modelos docentes muy distintos entre sí. Esto me permitió en primer lugar detectar la limitación de mis conocimientos específicos en sí mismos para llevar a cabo de forma óptima mi labor, principalmente, a la hora de transponerlos al aula (aquello que a posteriori he podido dar el nombre de transposición didáctica). Y en segundo lugar, el hecho de estar en contacto con tan variado espectro de metodologías y modelos docentes, me llevó a concluir en la necesidad de formarme como docente en ciencias y así poder construir mi propio modelo.

Estos son los antecedentes que dieron origen a las motivaciones para cursar el Máster en Formación del Profesorado.

En primer lugar, el hecho de tener la suerte de identificar la función docente como mi vocación, me ha llevado a seguir los cauces oficiales para ello, y uno de ellos es la acreditación formativa con este Máster. En este sentido, podría afirmar que fue esta la primera de las motivaciones que me llevó a cursarlo.

Ahora bien, dadas las dificultades que pude encontrar en mi puesto de trabajo, tal y como he mencionado, pronto fui consciente de la necesidad de formarme para ello, quedando cada vez más lejos la idea del máster como el trámite previo a la función docente. La tesis sobre la necesidad de la formación de los docentes viene siendo defendida desde hace tiempo en el ámbito educativo, quedando reflejado de forma muy clara en el libro, de elocuente título, “Para enseñar no basta con saber la asignatura” (Hernández & Sancho, 1998)¹, en la que sus autores realizan toda una declaración de intenciones en numerosas citas, siendo oportuna para esta ocasión la siguiente: “El

aumento de conocimientos sobre una parcela de la realidad no implica que la actuación sobre ella se modifique. Conocer algo no implica poder aplicarlo. Lo mismo sucede con alguien que, una vez terminada su carrera universitaria y con la autoimagen de especialista o estudioso de una disciplina, pretende transformarse en enseñante [...]. El primer estado no deviene automáticamente en el segundo y no conlleva que pueda asumirse con garantías de éxito". Podría decirse que esta perspectiva es la que muchos de nosotros, recién titulados y tal vez sin ser plenamente conscientes de ello, sentimos. Esto provoca, desde mi punto de vista, que accedamos a esta titulación enclaustrados en cierto modo en la posición que nos aporta los conocimientos específicos de nuestra materia, obviando por otro lado todo aquello que desconocemos por completo, la enseñanza de esos conocimientos.

En esta línea, y desconociendo la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, mis aspiraciones en un principio estaban relacionadas con solventar aquellas dificultades que yo mismo había encontrado en mi puesto de trabajo. Sin embargo, esta perspectiva cambia por completo una vez comienza el máster, tomando conciencia de que mi formación en didáctica es cuanto menos escasa y que aquellos aspectos sobre los que construía mi modelo docente eran más bien anecdóticos.

Así, la aspiración fundamental para cursar este máster se convierte en conseguir una cimentación teórica y práctica sobre la que construir el modelo docente que en un futuro me gustaría implementar y que por otro lado la sociedad actual demanda y necesita.

1.2. Introspección competencial del Máster en Formación del Profesorado

Tal y como se ha comentado, los campos de estudio que abarca el proceso educativo son diversos. Si añadimos además las múltiples interconexiones existentes entre ellos y la forma en la que convergen en el aula, realizar un análisis detallado de todo el proceso podría resultar sumamente extenso y complejo para el presente trabajo. De igual forma ocurriría si se pretendiese realizar un estudio detallado de todas las competencias puestas en juego en la formación del profesorado que aporta este máster. Ahora bien, en este apartado del trabajo, se pretende exponer una breve síntesis de aquellos conceptos, cuestiones y reflexiones que tras cursar el máster he podido extraer y a través de las cuales comenzar a construir mi modelo docente.

1.2.1. Análisis global

Para este análisis en primer lugar partimos de la propia guía docente del máster en la que se expone que *“La finalidad del Master es proporcionar al profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas la formación pedagógica y didáctica obligatorias en nuestra sociedad para el ejercicio de la profesión docente.”* (UNIZAR, 2007)². Así, para su consecución, se articulan una serie de competencias de carácter fundamental y específico, en base a las cuales se estructuran todas las materias que conforman el máster y que por otro lado el alumnado debe realizar y superar.

El desarrollo de estas competencias, tanto fundamentales como específicas, que van desde el conocimiento de la base legislativa hasta el de la psicología del desarrollo pasando por la didáctica de las ciencias, acreditan la diversidad de aspectos trabajados en el proceso de formación del profesorado, quedando reflejada esta diversidad de igual forma en la lista de módulos o materias que conforman el máster.

Así, finalmente se ha optado por realizar una síntesis de los principales conceptos e ideas extraídas tras cursar este máster a partir de una infografía en la que se presentan algunas de las materias, junto con los principales conceptos analizados en estas. Por otro lado también se exponen junto con estos conceptos las cuestiones que, a título personal, más han incidido en mi formación como docente y que en el presente curso académico he podido dar respuesta a fin de sumergirme en el paradigma del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta infografía corresponde a la Figura 1:

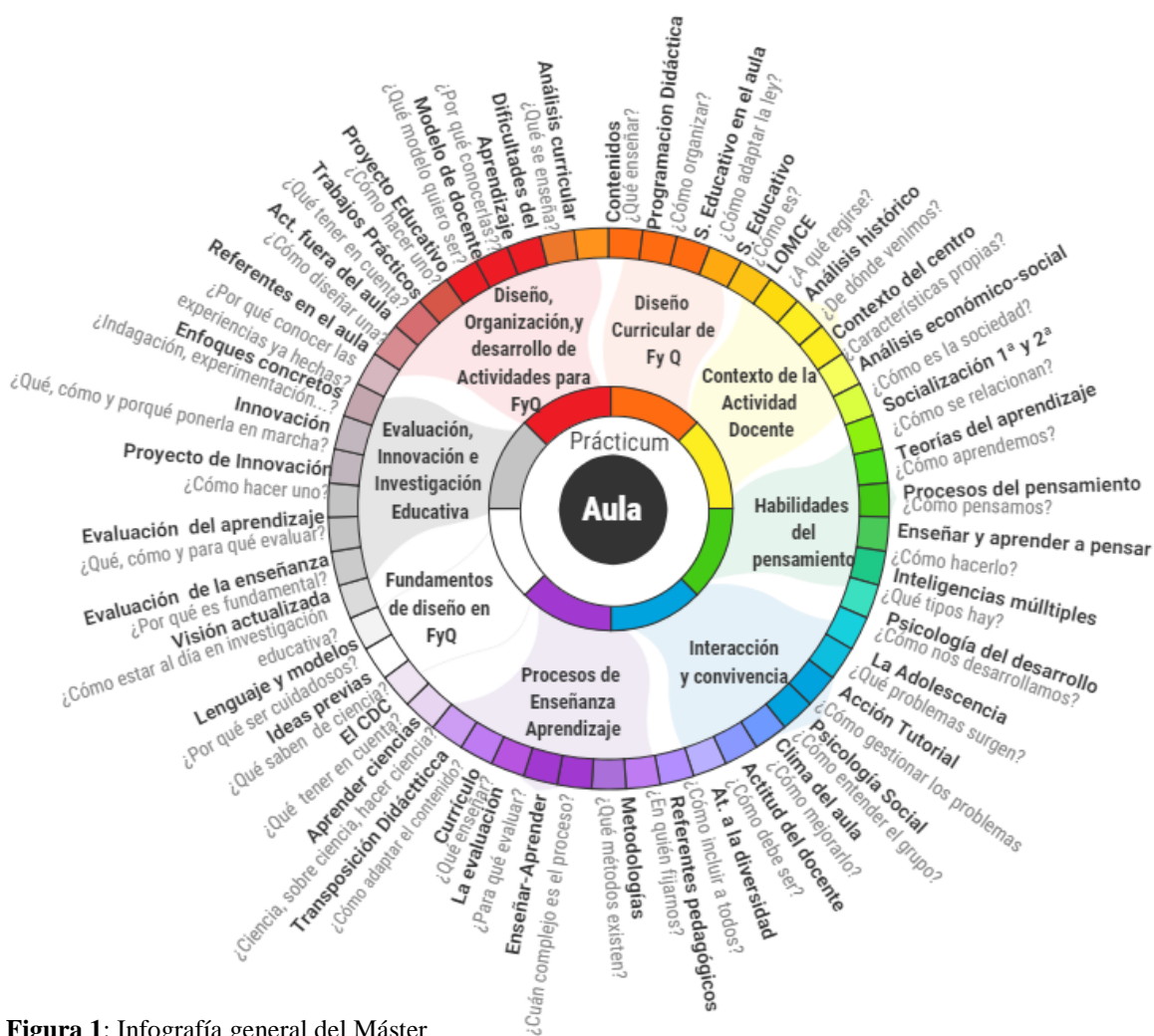


Figura 1: Infografía general del Máster

Con esta infografía se ha buscado presentar la mayoría de las materias que se han cursado en el máster. No han sido presentados el módulo de “Contenidos Disciplinarios

en Química” ni tampoco el de “Educación de Personas Adultas” por el carácter específico que presentan. Por otro lado, el diseño busca relacionar las distintas materias a partir del espectro de colores, permitiendo observar como los contenidos de una materia dan pie a los que cubren otras las materias. Finalmente todos ellos han sido utilizados de una u otra forma en los módulos dedicados al Prácticum I, II y III, siendo estos últimos los que han hecho de puente entre los contenidos propios del máster y el aula de secundaria.

No es el objetivo de este apartado analizar cada una de las materias y contenidos del máster, no obstante se estima oportuno comentar brevemente cuatro de los campos de estudio fundamentales que se han podido detectar en nuestra formación como docentes: el contexto legal, económico-social e histórico de la labor docente, los aspectos psicopedagógicos y de convivencia en el aula y los procesos de aprendizaje.

1.2.2. Contextualización de la actividad docente

En este sentido, en la parte superior izquierda de la infografía, en color amarillo encontramos aquellos contenidos que competen a la contextualización de la labor docente, permitiendo realizar una primera introspección al marco legal e institucional de esta laboriosa profesión. A su vez, no es posible entender cualquier base legislativa, más aún si es la educativa, si no se estudia al menos desde los focos del desarrollo histórico y el estado en cuestión de la propia sociedad. De esta forma, las implicaciones que supone saber realizar un análisis concreto y acertado del contexto histórico, legal y social del grupo de alumnos, dentro del proceso de formación del profesorado son de vital importancia para desarrollar de forma exitosa la labor docente y así incidir en aquellos aspectos a mejorar. Tal y como expone en el conocido libro de Booth y Ainscow (2004)³ sobre la inclusión, *“cuando las dificultades se atribuyen a los déficits del alumnado lo que ocurre es que dejan de considerarse las barreras para el aprendizaje y la participación que existen en todos los niveles de nuestros sistemas educativos y se inhiben las innovaciones en la cultura, las políticas y las prácticas escolares que minimizarían las dificultades para todo el alumnado”*.

1.2.3. Psicopedagogía y convivencia en el aula

Una vez se conoce el marco legal y la influencia de la sociedad dentro del proceso educativo, se da pie a analizar de forma más concreta el ambiente del aula y el desarrollo de las personas que la componen. De esta forma, se presenta en la Figura 1 de color verde y azul aquellos contenidos que competen al campo de la psicopedagogía. Este campo, pilar fundamental de la epistemología de la educación, aporta a la formación del docente las nociones básicas de la mente humana y su comportamiento, permitiendo desarrollar aquellas habilidades sociales más propicias para fomentar un aprendizaje adecuado dentro del aula. Por otro lado, conocer los fundamentos de la psicología del desarrollo y la psicología social dará al docente las herramientas adecuadas para implementar aquellas medidas que permitan crear un buen clima de aula

permitiendo a su vez acercar posicionamientos entre docente y alumnado. Un ejemplo de esta circunstancia la aporta el estudio llevado a cabo por (Díaz-Aguado, Martínez Arias, & Martín Seoane, 2004)⁴, en el que un 34,6% de los adolescentes evaluados declara que nunca pediría ayuda al profesor si sufriera de un compañero justificando la respuesta con un “los profesores están para enseñarte, no para resolver tus problemas”, poniendo de manifiesto la necesidad de formar al profesorado también en la gestión de conflictos y en la forma en la que se relaciona con el alumnado, permitiendo que este lo perciba como fuente de apoyo también en los aspectos sociales y personales.

1.2.4. Procesos de enseñanza aprendizaje

A través del paradigma de enseñanza-aprendizaje es posible tender todos los puentes de interconexión entre los distintos campos de estudio del proceso educativo en sí mismo. Así, se ha buscado presentarlo dentro de la Figura 1, en morado, el eje de enlace entre los contenidos en legislación y psicopedagogía, dando pie a aquellos relacionados con la didáctica de las ciencias. Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje se ponen en juego multitud de factores decisivos dentro del proceso educativo y por ende en la formación del profesorado, permitiendo responder preguntas clave como, para qué enseñar, qué enseñar, cómo hacerlo y finalmente de qué forma evaluarlo, esbozando así las líneas de la estructura básica para el diseño de cualquier propuesta educativa: objetivos, contenidos, metodología y evaluación. Por otro lado, es en el análisis este proceso donde entran en juego de forma directa aquellos aspectos relacionados con la atención a la diversidad y la estructura cognitiva del alumnado, permitiendo a través de su propia evaluación las propuestas de mejora para cada situación educativa. Todas las implicaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje quedan resaltadas con la entrada de nuestro país al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), apareciendo una nueva estructura curricular, propuestas de nuevos métodos de enseñanza centrados explícitamente en el aprendizaje del alumnado y generando una nueva concepción del trabajo del profesorado tras estos cambios, dando pie a unas exigencias pedagógico-didácticas sin similitudes en la historia reciente de la formación del profesorado (Hudson, Zgaga, & Astrand, 2010)⁵.

1.2.5. Didáctica de las ciencias

Finalmente, cerrando el círculo entre del proceso educativo y a su vez en la formación del profesorado, en color blanco, gris y rojo dentro de la infografía de la Figura 1, encontramos el campo, epistemológico en sí mismo, de la didáctica en ciencias. Este campo de estudio se analizará de forma detallada en el siguiente apartado de este informe contextualizado en dos actividades realizadas a lo largo del máster.

2. Justificación de los proyectos desde la óptica de la didáctica de las ciencias

De los múltiples trabajos realizados a lo largo de este curso académico se ha decidido analizar detalladamente dos de ellos en esta memoria. Estos trabajos son el Proyecto Didáctico enmarcado en los contenidos de Hidrostática y Fluidos y el Proyecto de Innovación Docente “Inmersión al Mundo Nanométrico a través de una experiencia guiada”. Estos se pueden consultar en el [Anexo I](#) y [Anexo II](#) respectivamente. La justificación última para la selección recae en dos pilares fundamentales:

- Han sido estos trabajos en los que más contenidos, conceptos y aprendizajes he tenido que poner en juego para intentar elaborar un proyecto didáctico factible y que además represente de la forma más fidedigna posible el modelo de docente que pretendo construir.
- Han sido implantados, parcialmente en un caso y en su totalidad en el otro, en un aula real de un centro público de Zaragoza, con todas las implicaciones que ello tiene. Primeramente en el valor que esto aporta a mi proceso de formación como docente y en segundo lugar en lo personal, por el disfrute que ha supuesto no solo implementarlos, sino idearlos, planificarlos, ejecutarlos y finalmente reflexionarlos.

En base a estas dos lógicas, la conceptual y teórica y la de aplicación en el aula se realiza una justificación detallada de su selección para exponerlos en esta memoria.

Para elaborar esta justificación se sigue el proceso lógico que lleva el diseño de cualquier proyecto didáctico a implementar en un aula de secundaria. Este proceso se presenta en la siguiente figura:

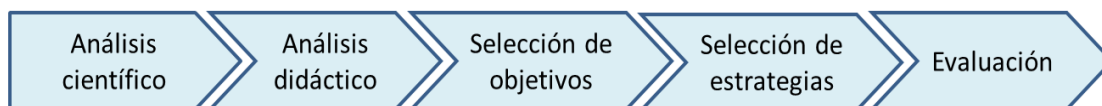


Figura 2: Secuencia seguida para el análisis en el diseño de un proyecto didáctico

2.1. Análisis científico del contenido

El diseño de cualquier proyecto didáctico debe estar precedido de una reflexión sobre aquellos aspectos que competen a la especialidad del contenido. Este análisis científico basará en torno a la relación existente entre la ciencia y su enseñanza, y por otro lado el conocimiento que el docente tiene sobre la temática a trabajar. Para ello, sobra decir la necesidad de una comprensión total sobre estos contenidos, dando pie a partir de esta autoevaluación inicial del docente, a una profunda reflexión sobre ello.

Como ya se ha mencionado en este trabajo, la actualización en contenidos y metodologías del docente debe ser constante, más aun cuando hablamos de materias de corte científico, en el que la construcción actual del conocimiento se basa en la revisión permanente del conocimiento ya elaborado. En este punto, “si se admite que las ideas previas de los/las estudiantes pueden facilitar u obstaculizar el anclaje de nuevos conocimientos científicos, ¿no es posible, de manera analógica, que los profesores de ciencias tengamos preconcepciones y actitudes respecto a la ciencia y la enseñanza que

Didáctico sobre Hidrostática presentado en este informe, en el que se han seleccionado los contenidos en base al libro de texto, ahora bien, eliminando aspectos que no se han creído oportunos y por otro lado introduciendo otros cuya relevancia se creía imprescindible. Para estas modificaciones ha sido necesario consultar distinta bibliografía, por ejemplo el trabajo presentado por García-Carmona (2009)¹¹ sobre el trabajo de la hidrostática en el aula. Sin embargo, los contenidos para el Proyecto de Innovación están enmarcados en el campo de la nanotecnología, que aunque viene desarrollándose desde los últimos 50 años, existe “escaso” material didáctico sobre el que trabajar. Además dicho material, a diferencia del utilizado para Hidrostática es de reciente elaboración por lo que da pie a abrir el debate sobre los contenidos y metodologías a seguir para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje de forma óptima, dado que como afirma (García & Foladori, 2015)¹² “¿qué es algo 70 mil veces menor que el diámetro de un cabello humano?”.

2.2. Análisis didáctico

Una vez se ha realizado un análisis científico del contenido, habría que realizar un análisis de tipo didáctico sobre el contenido por un lado y sobre los condicionantes de su implementación en el aula por otro. Así, en los trabajos presentados se ha realizado en primer lugar un análisis sobre lo que los alumnos saben sobre el contenido a impartir, las ideas previas del alumnado. Para este análisis se parte desde dos enfoques: lo que saben en base al currículum educativo por el que han pasado y por otro en base a lo que saben por otras fuentes (Mass-media, familia, concepciones culturales...).

En el caso del Proyecto de Innovación, dedicado a la nanotecnología, el análisis curricular concluye en el completo desconocimiento del tema, dado que es en la materia de Cultura Científica de 4º de ESO (donde se ha implementado el proyecto) en la que aparece por primera vez contenidos referidos a la Nanotecnología-Nanociencia y sus posibles aplicaciones. Sin embargo, las nociones conceptuales sobre el tema son muy diversas dado que es una temática incipiente interés por la sociedad en general. Las ideas previas, tal y como se afirma en Serena, Giraldo, Takeuchi, & Tutor (2014)¹³ están relacionadas principalmente con la indistinción entre nanociencia y nanotecnología, la dificultad para la comprensión de aquellos fenómenos que no se perciben de forma directa y finalmente un problema que surge a raíz del uso equívoco de imágenes de tipo motivador. Esta última circunstancia surge a raíz de ilustrar estos contenidos con imágenes como la presentada en la figura 4, en la que se observan supuestos “nanobots” (con luces incluidas) a través del

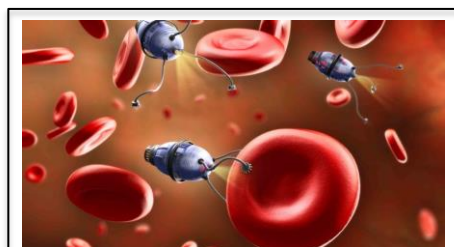


Figura 4: Imagen motivacional sobre nanotecnología que puede llevar a errores conceptuales. Extraído de Tws Blob Tecnowebstudio (2015)¹⁴

torrente sanguíneo. Este tipo de imágenes da pie a dificultar, aún más si cabe, realizar de forma adecuada el paso conceptual de lo macro a lo micro, haciendo creer que la nanotecnología consiste en construir este tipo de nanomáquinas.

Por otro lado, en el análisis curricular para el Proyecto Didáctico dedicado a la Hidrostática tiene más énfasis en las ideas previas del alumnado. Realizando un análisis vertical y horizontal de ese contenido en el currículum aragonés (Orden ECD/489/2016)¹⁵, se observa que es por un lado la primera vez que se trabaja la Hidrostática como tal, sin embargo convergen distintos conceptos que por otro lado si han sido analizados con anterioridad. Un ejemplo de ello es el concepto de presión, trabajado en cursos anteriores pero siempre enmarcado dentro del comportamiento de los gases. Pero la problemática principal la aporta la relación entre fuerza y presión. Tal y como describe (García-Carmona, 2009)¹¹, son múltiples las ideas previas que hacen confundir estos conceptos, dado lugar a confusiones aún más equivocadas cuando nos centramos en la presión hidrostática y atmosférica (Por ejemplo: solo se ejerce presión en determinadas direcciones, la forma del recipiente influye en la presión que existe en el fondo, existe influencia de la profundidad con el empuje... En el [Anexo I](#), donde se presenta el trabajo se pueden consultar en detalle estas ideas previas.

Una vez se ha realizado el análisis curricular y sus implicaciones en las ideas previas hay que tener muy presente las exigencias del tipo cognitivo del alumnado. El conocimiento del alumnado y de sus procesos de aprendizaje constituye uno de los pilares fundamentales sobre los que se construye el edificio educacional (Fernández Uria, 1979)¹⁶. Esto pone de relevancia, como decíamos anteriormente, la necesidad de que el docente se forme en también en conocimientos de psicopedagogía. Un análisis profundo sobre este aspecto sería demasiado extenso, por lo que nos centramos en tres aspectos que han estado presentes en la elaboración de los proyectos presentados: la motivación, el desarrollo del alumnado, y la relación entre lo abstracto y lo concreto de los contenidos en el aula.

Como dijo Freinet (1973)¹⁷ “no bebe el caballo que no tiene sed”, frase en la que, salvando las distancias lingüísticas, resume fácilmente lo que supone la motivación dentro del proceso educativo. Así, en el diseño de los proyectos presentados se ha tenido en cuenta plantear unos contenidos que tengan sentido para el alumnado, a través del trabajo con materiales de uso diario y con la extrapolación continua del contenido a sus implicaciones en la vida diaria (una ventosa de cristalero para hidrostática o un aerosol que evita las manchas en textiles para el proyecto de nanotecnología). Por otro lado, y aunque más adelante se analizará en profundidad, la forma en la que se ha trabajado ha planteado (o al menos se ha pretendido) un desafío cognitivo constante, en la que su participación ha sido fundamental. Ahora bien, para esta metodología se ha tenido en cuenta el desarrollo madurativo del alumnado en personalidad, conocimientos en ciencias e interés por la materia, de forma que se han diseñado actividades de

distinta tipología, cuya intención era atraer a todo el alumnado en su conjunto. En algunas ocasiones de forma infructuosa pero en otras, afortunadamente con éxito.

Esta ha sido otra de las motivaciones que me ha llevado a presentar los proyectos mencionados, dado que se han llevado a cabo en un aula real donde el contexto socio-económico y el interés por la materia era muy diverso, quedando a la vista las distintas limitaciones que existen en la labor docente.

2.3. Selección de objetivos

Se podría decir que la selección de objetivos es una de las etapas más delicadas del proceso didáctico, más aún cuando se es docente en formación y no se tiene experiencia en ello. No obstante, esta etapa es de suma importancia, dado que sin unas metas claramente definidas se corre el riesgo de improvisar (Fernández Uria, 1979)¹⁶.

Para la definición de los objetivos son múltiples los factores que por un lado influyen y que por otro lado hay que tener presentes a la hora de elaborarlos. Así, se presenta en la Figura 5 un esquema de los factores que influyen en dicho proceso adaptando lo propuesto por Fernández Uria (1979)¹⁶, e incluyendo lo propuesto por Hodson D. (2003)¹⁸ en base lo que implica aprender ciencias:

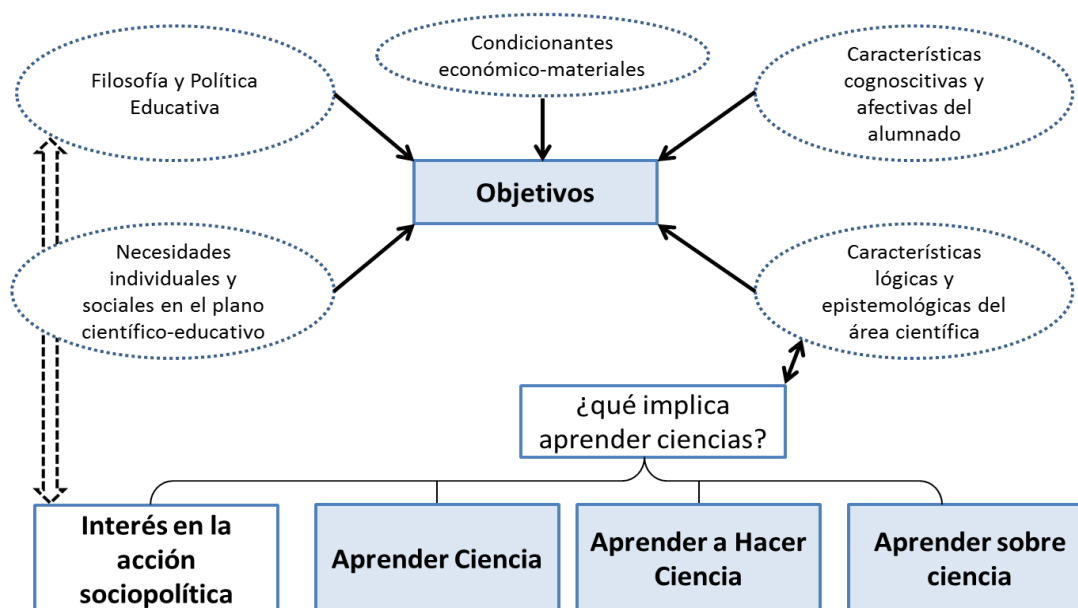


Figura 5: Factores implicados en el diseño de objetivos. Adaptado de Fernández Uría (1979)¹⁶ y Hodson D. (2003)¹⁸

Observando este gráfico, que muestra una síntesis de los condicionantes a la hora de diseñar los objetivos, es posible hacerse la idea de que “dada la variedad de factores que intervienen en la toma de decisiones no es fácil decidir qué es lo esencial a enseñar” tal y como dice Sanmarti (2000)¹⁹.

Ahora bien, analizando brevemente algunos de los factores, cabe hablar de las concepciones filosóficas como aquellas ideas que el docente en particular o el centro educativo en su conjunto desean destacar en su proceso de enseñanza. Por otro lado, en relación a las características cognoscitivas y afectivas del alumnado habría que tener en

cuenta su desarrollo madurativo, y tal como se ha mencionado, es necesario tener en cuenta los intereses del alumnado con el que se trabaja el proyecto en cuestión.

Finalmente, entran en juego de nuevo las características propias del contenido, surgiendo una cuestión fundamental en la didáctica de las ciencias que es conocer las implicaciones del aprendizaje en ciencias. Hodson, prestigioso autor de este campo de estudio, ha planteado esta tesis englobada durante muchos años en tres grandes bloques: Aprender ciencia- Aprender sobre ciencia- Aprende a Hacer Ciencia, sin embargo en (Hodson D. , 2003)¹⁸, incluye un cuarto bloque, el interés en la acción sociopolítica. Cuando se habla de aprender ciencia hablamos del desarrollo de los conocimientos de tipo teórico y conceptual sobre los que se construye la ciencia. El aprendizaje sobre la ciencia se centra sin embargo en el conocimiento de la ciencia en sí misma (métodos de trabajo e interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad). Aprender a hacer ciencia hace referencia a aquel aprendizaje relacionado con las destrezas para la resolución de pequeñas investigaciones y problemas científicos. Finalmente, el nuevo enfoque planteado por Hodson hace referencia al análisis crítico necesario sobre las implicaciones políticas y sociales de la ciencia, aspecto que concuerda por otro lado con los factores que influyen en el diseño de objetivos, relacionados con la filosofía y las necesidades sociales.. Estos enfoques, coinciden casi a la perfección con las tesis competenciales a desarrollar, del saber-saber, saber-hacer y saber-ser (OCDE, Definition and Selection of competencias. Executive Summary, 2005)²⁰.

La mayoría de los distintos enfoques están recogidos en los objetivos planteados en el currículum oficial, sin embargo es frecuente, que aquellos relacionados con el aprender sobre ciencia y principalmente el de hacer ciencia queden poco reflejados en la realidad de nuestras aulas. Este ha sido otro de los motivos por los que se ha decidido presentar los proyectos de Hidrostática y Nanotecnología en esta memoria, dado que en los dos casos se ha buscado desarrollar de forma conjunta los distintos enfoques planteados por Hodson en busca de dar un sentido completo al aprendizaje en ciencias. Cabe decir por otro lado, que no tendría sentido elaborar este tipo de objetivos si por otro lado no se dedican actividades (o metodologías) que no permitan llegar a su consecución, siendo esta la intención buscada en el diseño de los proyectos presentados.

Por último, destacar aquellos objetivos relacionados con mi propio proceso de formación como docente. En base a este se plantean los objetivos con los que quería cumplir, principalmente relacionados con el nivel de desempeño por mi parte a la hora de elaborar un proyecto eminentemente práctico como es el de Hidrostática, y un proyecto como el de innovación, en el que se ha trabajado a través de una experiencia de indagación guiada en grupo cooperativo.

2.4. Estrategias didácticas y metodología

Actualmente y gracias a la numerosísima bibliografía existente en este campo, el docente cuenta con una amplia gama de metodologías y estrategias sobre las que diseñar las suyas propias. De hecho, es importante que sea esta la base sobre la que construir dichas estrategias, más aún cuando el docente se encuentra en su proceso de formación. Un ejemplo de esta bibliografía es el “Monográfico: Hacer Unidades Didácticas” de la revista *Alambique*, en el que se recogen multitud de referencias bibliográficas sobre propuestas y experiencias implementadas en el aula (Alambique, 2013)²¹. En este sentido, no se pretende en este apartado analizar las metodologías generales de la didáctica en ciencias, sino centrarse en aquellas metodologías que más peso han tenido en los proyectos didácticos que se presentan en esta memoria, los trabajos prácticos.

Hablar de los trabajos prácticos en didáctica de las ciencias supone sumergirse en un campo de estudio en sí mismo. Hace más de trescientos años que John Locke propuso la necesidad de formar a sus estudiantes en trabajos prácticos (Gee & Clackson, 1992)²², manteniéndose una fe inamovible en la importancia de este trabajo dentro de la didáctica de las ciencias (Barberá & Valdés, 1996)²³. Sin embargo, no han sido pocas las voces críticas respecto a su implementación, o al menos sobre la forma en la que se ha hecho y las implicaciones que conlleva. Estas críticas lejos de ser tomadas como un ataque al enfoque práctico dentro del aula de ciencias deben ser tomadas, por contra, como fuente de análisis para la mejora de dicha tipología de trabajo y no tomarlas como excusa para su abandono. Prueba de la necesidad de su implementación, al menos en nuestro país, son los resultados arrojados por las pruebas PISA realizadas en el año 2015, en la que se evalúan las competencias científicas relacionadas con la identificación de cuestiones científicas, la explicación de fenómeno y el uso de pruebas científicas (OCDE, 2008)²⁴ y en las que España, a pesar de haber mejorado, sigue sin superar la media del conjunto de la OCDE (MEC, 2015)²⁵.

Una de las publicaciones con más prestigio y que a lo largo de los años ha servido para ilustrar los aspectos negativos del trabajo práctico, pero a su vez ha supuesto un punto de inflexión a la hora de reflexionar sobre su implementación y mejora, pertenece a Hodson, autor al que ya se ha hecho referencia en este trabajo. Dando por válida la clasificación que plantea en torno a los objetivos de los trabajos prácticos en cinco grandes grupos (motivación, técnicas de laboratorio, contenidos científicos, habilidades para aplicar el método científico y desarrollar actitudes científicas) (Hodson D. , 1994)²⁶, es posible hacerse una idea de la amplitud de enfoques desde los cuales se puede diseñar una actividad práctica. Sin embargo son múltiples las “interferencias” que surgen en el camino, por ejemplo: el uso de materiales o instrumentos demasiado complejos, la forma en la que se enfocan los guiones de prácticas adoptando un enfoque “tipo receta” (Johnstone & Wham, 1982)²⁷ o la búsqueda del resultado único, considerando erróneos aquellos que no concuerden con lo esperado, sin realizar el análisis del porqué.

En este sentido, aunque las fuentes de estos planteamientos erróneos sean diversas, en palabras del propio Hodson, “muchas de las dificultades son debidas a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo práctico” (Hodson D. , 1994)²⁶. Esta tesis supone un aspecto clave no solo en la elaboración de los trabajos prácticos, sino en todo el proceso educativo, siendo a su vez una de las conclusiones fundamentales que como aprendiz de docente he podido extraer en este proceso de formación.

Esta reflexión debe comenzar con el planteamiento de los objetivos que queremos conseguir. Al igual que cualquier proyecto didáctico, cada actividad dentro de este es un ente propio que debe contar con unos objetivos propios, siento estos en base a los cuales diseñar el tipo de actividad. Así, es posible clasificar las actividades prácticas en cuatro tipos según los objetivos planteados: experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones. De esta forma, las experiencias buscan dar cabida a la percepción de los fenómenos, los experimentos ilustrativos una mejor interpretación de los fenómenos, los ejercicios prácticos desarrollar las habilidades prácticas de carácter científico y por último las investigaciones, para conseguir una comprensión conceptual y procedimental de la ciencia en su conjunto (Caamaño, 2004)²⁸.

Por otro lado, a la hora de elaborar cada tipo de actividad es recomendable tener presentes ciertas estrategias didácticas relacionadas con las habilidades cognitivas del alumnado y centradas en sus propios intereses. Como ejemplo pueden servir el aprendizaje vivencial a través de la experimentación con el propio cuerpo, el diseño de actividades donde el desafío cognitivo sea constante o el uso de materiales o experiencias cercanos al contexto del alumnado. Una fuente importante inspiración para diseñar experiencias de este tipo las podemos encontrar en el blog FyQ experimentos (Díaz Escalera)²⁹, en el que se proponen más de 400 experimentos creados a partir de materiales de uso cotidiano.

Este tipo de estrategias unidas a las consideraciones propuestas en Hodson D. (1994)²⁶, también fomentan la creación proceso didáctico bien definido, a través del cual poder desarrollar valores y actitudes como son la curiosidad y el escepticismo científico (Fernández Uria, 1979)¹⁶.

En esta línea, y siguiendo la clasificación descrita por Caamaño (2004)²⁸, dentro del Proyecto Didáctico dedicado a la Hidrostática se han desarrollado actividades del tipo experiencias, experimentos demostrativos y actividades prácticas. El hecho de trabajar con este tipo de actividades es uno de los motivos por los que se ha decidido presentar esta actividad.

No obstante, ha sido fuente de crítica el poco espacio que el currículum de ciencias ha dejado a las actividades de tipo investigativo (Caamaño, 1992)³⁰, de forma que los trabajos prácticos se centran más en aquellos relacionados con la observación, clasificación y determinación de propiedades a través de hojas de instrucciones muy

cerradas, no permitiendo que los alumnos planteen hipótesis o diseñen estrategias para encontrar su resolución (Tamir, 1989)³¹, algo que por el contrario si sería posible trabajar a través de actividades de investigación o indagación, promoviendo además una actitud positiva de los estudiantes hacia la ciencia mejorando su motivación y fomentando la curiosidad científica (Fenshan, 2009)³².

Los enfoques desde los que plantear este tipo de actividades son diversos, siendo la interdisciplinariedad una a la que más interés se le ha prestado en las últimas décadas. En esta línea de trabajo encontramos un enfoque de relativa juventud como es el enfoque STEM, por sus siglas en inglés Science-technology-Engineering-Mathematics. Este planteamiento, sucesor directo del planteamiento CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) valoriza el aprendizaje en competencias científicas incluyendo la matemática y la ingeniería como nuevas disciplinas a tener presentes. Según Bybee (2013)³³, las reformas educativas planteadas globales desde el enfoque STEM pretenden dar respuesta a desafíos económicos globales que enfrentan naciones, reconocer la alfabetización STEM para la solución de problemas tecnológicos y ambientales a nivel mundial, centrándose en los conocimientos necesarios para desarrollar las habilidades requeridas para el siglo XXI como son el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración y la innovación. Esto nos aporta una idea de la amplitud y envergadura que a priori marca este planteamiento, llevándonos a pensar que este tipo de enfoque debe al menos ser analizado para su implementación en las aulas de nuestro país.

Sin embargo, son fuente de estudio los problemas que surgen a la hora de plantear enfoques de carácter innovador, sobre todo aquellos que tienen que ver con la indagación. Estos problemas están debidos fundamentalmente a los factores del planteamiento de la propuesta, junto con aquellos relacionados con las concepciones de los profesores (Caamaño, 1992)³⁰. Los primeros de ellos, estudiados por Hodson (1994)²⁶, ya han sido analizados con anterioridad en este trabajo, sin embargo surgen otros no analizados como son los problemas que surgen en la innovación debido a las concepciones de los docentes. Esto nos lleva a realizar una breve reflexión sobre lo que implica innovar.

Es indudable que el carácter cambiante de la sociedad demanda una renovación constante de las estrategias didácticas, por lo que el factor innovador es un aspecto clave en este proceso. De ahí que el docente tenga el deber de formarse también en este ámbito. Ahora bien, es necesario comprender que cualquier innovación debe estar sustentada en aquellas experiencias previas que ya han sido implementadas, constituyendo de esta forma la vinculación del profesorado con la investigación educativa un factor clave en la mejora de la práctica docente (Cachapuz, Lopes, Paixao, Praia, & Guerra, 2005)³⁴. En esta línea, los estudios realizados por Oliva (2011)³⁵, Pro (2009)³⁶, o Sanmartí (2008)³⁷, confirman que la vinculación de los docentes con la práctica innovadora y de investigación es escasa. Los problemas que llevan a esta conclusión son múltiples, pero entre ellos encontramos aquellos relacionados con las carencias en la formación del docente sobre estos temas (Oliva, 2011)³⁵, corroborando así la tesis

inicial de este trabajo referente a la formación del docente como vanguardia en el proceso educativo, también a través de investigaciones detalladas como las mencionadas antes.

De esta forma, el Proyecto de Innovación Docente elaborado en la última etapa del máster y presentado en este trabajo, corresponde a una actividad de indagación en grupo cooperativo, teniendo presente a su vez el enfoque STEM. La justificación para elaborar este tipo de proyecto en la etapa de formación del profesorado, ha sido la de incidir en aquellas ideas previas que en un futuro como docente podían llevar a errores conceptuales y de planteamiento en estas actividades. Además, es la etapa de formación del profesorado la oportunidad perfecta para llevar a cabo este tipo de proyectos, dado que se cuenta con el apoyo de profesionales investigadores como pueden ser los docentes de la universidad, como la ayuda del docente titular del grupo con el que se lleva a cabo. Finalmente, implementar estas metodologías en el proceso de formación como docente permite eliminar el vértigo inicial que supone elaborar un proyecto de este tipo por primera vez, adquiriendo además, como poco, la experiencia de lo que supone elaborar este tipo de proyectos, que por otro lado la sociedad actual demanda.

2.5. Estrategias de evaluación

Hablar del proceso de evaluación, tanto del aprendizaje como de la enseñanza, supone poner en juego todo aquello que compete a la didáctica de las ciencias, siendo así un campo de análisis en sí mismo. Al igual que el diseño de objetivos o metodologías, la evaluación está íntimamente ligada al proceso que se ha seguido en el proyecto didáctico, siendo fundamental además el carácter individualizado y formativo sobre el que se debe desarrollar si se busca que tenga un valor didáctico y no meramente calificativo (Campanario, 1998)³⁸. En este sentido, la fundamentación teórica de esta etapa se realizará dentro de la descripción de los proyectos que se presentan en este trabajo, haciendo hincapié en la importancia de la evaluación como pilar fundamental en la consecución de cualquier propuesta de carácter innovador.

3. Presentación de los proyectos educativos realizados

3.1. Proyecto Didáctico para Hidrostática y Fluidos

El Proyecto Didáctico correspondiente a Hidrostática y Fluidos ha sido elaborado en la última etapa del Máster de Profesorado. Así, no es la intención en este trabajo realizar un análisis detallado de este, sino realizar una síntesis de los aspectos más relevantes.

3.1.1. Análisis previo de la propuesta

Ya se trató la importancia de comenzar realizando una contextualización. Así, para este proyecto se ha partido del marco legislativo tanto a nivel estatal como autonómico. Por otra parte, se ha realizado una contextualización de la situación

socioeconómica del entorno del centro (Ayto. de Zaragoza, 2017)³⁹ y de las implicaciones que tiene sobre el funcionamiento de este (IES Pilar Lorengar, 2017-2018)⁴⁰.

El alumnado refleja la diversidad del contexto del centro, al igual que ocurre con el grupo para el que se ha diseñado este proyecto, donde encontramos alumnos con actitudes muy positivas hacia las ciencias, mientras que en su mayoría no tienen un especial interés por esta. No obstante, una característica general en todos es su carácter hablador e inquieto, aunque esta característica ha sido utilizada como hándicap y no como factor negativo, al estimularla como forma de participación del alumnado.

En este sentido, y teniendo en todo momento presentes los objetivos que el currículo aragonés marca, se han elaborado los objetivos concretos para el grupo. Entre los objetivos relacionados con la materia en concreto, destacan el acercamiento al alumnado a metodologías activas de aprendizaje por medio de clases en las que existe una interconexión entre métodos expositivos y prácticos o la introducción y desarrollo de la práctica y actitudes científicas. Por otro lado, respecto a las actitudes generales en clase, se ha buscado incidir positivamente en la motivación del alumnado a través de clases dinámicas y participativas, intentando atraer, también, a aquel alumnado especialmente desmotivado con la asignatura mediante el refuerzo de sus capacidades relacionadas con la curiosidad y las vivencias personales.

Ahora bien, para la elaboración de los objetivos se ha realizado un análisis previo tanto del contenido como de las dificultades del aprendizaje. El análisis curricular del contenido se ha hecho tanto vertical como horizontalmente, encontrando que los contenidos relacionados con la presión en fluidos en estado líquido no se ha visto en los cursos anteriores, y que llamativamente tampoco se verá en todo el periodo de la ESO y Bach. Una vez situados sobre los contenidos concretos del proyecto correspondientes a la Presión y los Principios de la Hidrostática del currículo aragonés, cabe destacar las distintas referencias en este se hacen sobre su dimensión práctica tanto en criterios de evaluación como en los estándares de aprendizaje. Algunos ejemplos son: Diseñar y presentar experiencias, interpretar aplicaciones prácticas o comprobar experimentalmente (Orden ECD/489/2016)¹⁵. De esta forma no podemos olvidar que es también el propio currículo quien marca la necesidad de implementar las actividades prácticas.

Las dificultades generales que encontramos en el grupo no son otras que aquellas relacionadas con los procedimientos matemáticos básicos y la capacidad de abstracción, ahora bien, es necesario tener muy presentes las ideas previas, dado que son diversas y de fuerte arraigo. En este sentido, a partir del estudio realizado por García-Carmona (2009)¹¹, en el que destacan aquellas relacionadas con la forma en la que se ejerce presión en cuerpos sumergidos o la diferencia de presión debido a la altura, se ha realizado un análisis de estas ideas.

3.1.2. Secuenciación del proyecto y actividades

Para el este proyecto se han usado 9 sesiones, de las cuales 3 se dedican al proceso de evaluación. La justificación de la extensión se basa en la duración que la docente titular usó para dicha unidad. Esta se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1: Secuenciación de las actividades

Ses.	Actividades	Breve descripción
1	Pres. del Proyecto (5')	Presentación e información de la evaluación
		Formulario de la unidad
	Ideas Previas (5')	PowerPoint y Botellas de plástico
	Act de desarrollo (40')	Presión, Fuerza y Superficie
2	Act. Nexo S1 (10')	Corrección de ejercicios
	Act. desarrollo (40')	Presión con botellas de plástico
3	Act. Nexo S2 (5')	Corrección de ejercicios
	Act desarrollo (45')	Pascal y P. Atmosférica (Goma nivel y Ventosa)
4	Act. desarrollo (50')	Empuje y Arquímedes ¿Práctica en clase?
5	Act. Desarrollo (30')	Flotabilidad. ¿Todos flotan igual?
	Act corrección (20')	Corrección de los problemas pendientes
6	Repaso Eval. (40')	Repaso de los conceptos más problemáticos
	Recordar Eval. (10')	Se recuerda en qué consiste

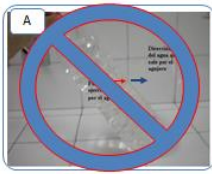

Se puede observar que existen tipos de actividades. Además de aquellas dedicadas a la presentación del proyecto y explicación de la evaluación, se presentan otras actividades que sirven de conexión con la sesión anterior o también para la corrección de ejercicios que puedan quedar pendientes. Las actividades de desarrollo cuentan por otro lado, con entidad propia, de forma que se detallan los objetivos específicos, los materiales, la metodología y la evaluación. Estas especificaciones se pueden consultar en el AnexoI, ahora bien, se presentan en este trabajo una síntesis de las consideraciones comunes a todas ellas, además de la descripción detallada de una de ellas.

Todas las actividades de desarrollo cuentan con al menos una parte en la que se ha utilizado una actividad práctica. Siguiendo con la clasificación aportada por Caamaño (2004), algunas corresponden a experimentos demostrativos o experiencias, mientras que otros a ejercicios prácticos propiamente dichos. Por otra parte, aunque el libro de texto está presente para realizar posibles consultas, será el P.P el soporte principal para los contenidos de carácter más teórico. Añadir, que la forma en la que se diseñan estas presentaciones también es relevante para una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así, se han diseñado presentaciones en las que el desarrollo de las leyes o demostraciones aparecen de forma secuenciada y no a la vez. Además, se añaden gif

animados con carácter motivacional y de logro después de aquellas explicaciones que puedan ser más complejas. En la figura 6 observamos dos diapositivas, una utilizada para las ideas previas (con cronómetro) y otra para desarrollar el P. de Arquímedes:

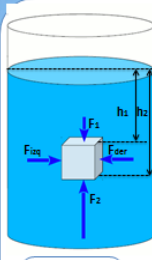
2.- ¿Cómo es la presión en un fluido?

Pregunta 1:
En una botella de agua inclinada con un agujero, ¿en qué dirección saldrá el agua?

• El líquido ejerce fuerzas perpendiculares sobre la superficie de contacto

3.- ¿Qué ocurre si introduzco totalmente un objeto en un fluido?



¿Y las verticales?
Serán distintas porque al estar a distinta profundidad la presión será distinta, y el fluido ejercerá una fuerza hacia arriba, llamada:

EMPUJE

$$E = F_2 - F_1$$

$$E = P_2 S - P_1 S$$

$$E = \rho_f g h_2 S - \rho_f g h_1 S$$

Sacando factor común

$$E = \rho_f g S (h_2 - h_1)$$

$h_2 - h_1 = h_{\text{objeto}}$
 $h_{\text{objeto}} S = V_{\text{objeto}}$

$$E = \rho_f g V_{\text{obj}}$$

S → Superficie
 P → Presión
 F → Fuerza
 E → Empuje
 ρ → Densidad

Figura 6: PowerPoint utilizado en el Prácticum para la detección de las ideas previas (1) y para la demostración del principio de Arquímedes (2)

El planteamiento de las clases está diseñado para que existan continuas preguntas al alumnado, fomentando el desafío cognitivo y el escepticismo científico. En esta línea, con las actividades prácticas también se busca acercar los conceptos más teóricos a un contexto práctico y cercano al alumnado usando materiales sencillos, que a su vez sirvan para reflexionar sobre la presencia de la ciencia en su contexto diario, haciéndolos partícipes en el uso que hacemos de ella. Así por ejemplo en la figura 7 se detalla una de las actividades en las que se ha usado una goma nivel y una ventosa de cristalero que pudimos encontrar en el laboratorio del centro.

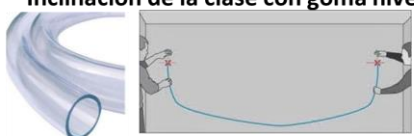


Ventosa de Cristalero y Goma Nivel		
<p style="text-align: center;">Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer P. de Pascal Observar y analizar algunas sus aplicaciones Interpretar el concepto de P. atmosférica y conocer algunos instrumentos para su medición Saber utilizar distintas unidades de medida de la presión (atm, Pa, mm de Hg) Utilizar la razón entre P, F y S 	<p style="text-align: center;">Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 preg. tipo reflexivo: El tonel de Pascal, usar la ventosa en un refugio del Pirineo 2 prob. de cálculo: Prensa hidráulica y P. Atmosférica 	<p style="text-align: center;">Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> Goma nivel de 1cm de diámetro aproximadamente y 5m de largo Barómetro del laboratorio Ventosa de cristalero
<p style="text-align: center;">Inclinación de la clase con goma nivel</p>  <ul style="list-style-type: none"> Misma presión en los dos extremos Mismo nivel de agua Para moverla hay que tapar la goma Dependiendo del grupo se podría bromear levantándola repentinamente 	<p style="text-align: center;">Fuerza que soporta la ventosa</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo funciona? ¿Qué fuerza habría que hacer para despegarla? "Excusa para medir la presión en el barómetro de clase" 	

Figura 7: Parte de la actividad dedicada a P. Pascal y P. Atmosférica (Extraída del Proyecto Didáctico)

3.1.3. Evaluación del aprendizaje y la enseñanza

La evaluación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un valor fundamental, pues en ella deben confluir todas las consideraciones que han se han puesto en juego en el diseño del proyecto. No hay que olvidar que “el alumno trabaja en función de los exámenes” (Sauleda & Martínez, 1993)⁴¹, que llevado al contexto actual sería “en función de la evaluación”, por lo que esta debe reflejar aquellas metodologías y objetivos que se han planteado. Sin embargo, es común encontrar situaciones en las que la evaluación no concuerda con los objetivos, usando sin embargo prácticas de evaluación que sólo requieren el uso de conocimientos básicos (Bol & Strage, 1996)⁴², favoreciendo de esta forma un aprendizaje repetitivo (Alonso, Gil, & Martínez-Torregrosa, 1992)⁴³. Por el contrario, a pesar de la creencia de la que la legislación marca la forma de evaluar, es la evaluación uno de los aspectos del currículum donde el docente cuenta con una considerable libertad (Campanario, 1998)³⁸.

En base a estos principios y a los objetivos y metodologías utilizados, la evaluación de los aprendizajes se ha llevado a cabo en 3 sesiones, dando así un valor formativo a esta. En la tabla 2 encontramos un resumen de estas sesiones:

Tabla 2: Evaluación de los aprendizajes

Sesión7: Prueba de experiencia guiada (35% de la nota)
<ul style="list-style-type: none">• Sesión de tipo experimental en trabajo cooperativo de 5 alumnos, evaluados con rúbrica• 4 experiencias distintas (de medir o explicar) relacionadas con las vistas en clase• Es el docente quien crea los grupos y elige el experimento para cada grupo según las habilidades, intereses u objetivos a cumplir y/o desarrollar• El docente solo ayudará en aquellos casos en los que el grupo quede bloqueado
Sesión8: Presentación de la experiencia guiada (35% de la nota)
<ul style="list-style-type: none">• Cada grupo presentará la actividad en clase en formato digital, y serán evaluados con rúbrica• El docente hará preguntas para cerciorarse de la participación de todo el grupo• Esta sesión servirá para revisar aquellos conceptos mal comprendidos• De esta sesión se sacarán 7 puntos para la prueba escrita
Sesión9: Prueba escrita (30% de la nota)
<ul style="list-style-type: none">• Prueba escrita con las preguntas y problemas propuestos (7+3p)• En esta prueba el alumnado podrá usar el recurso de invisibilidad (3 minutos máximo y conseguidos a lo largo del proyecto) y el formulario de la unidad

Las experiencias tienen como objetivo evaluar congruentemente con la metodología y objetivos propuestos, de forma que el alumnado ponga en marcha aquellas actitudes y habilidades adquiridas a lo largo del proyecto. En la figura 7 se detalla una de ellas:

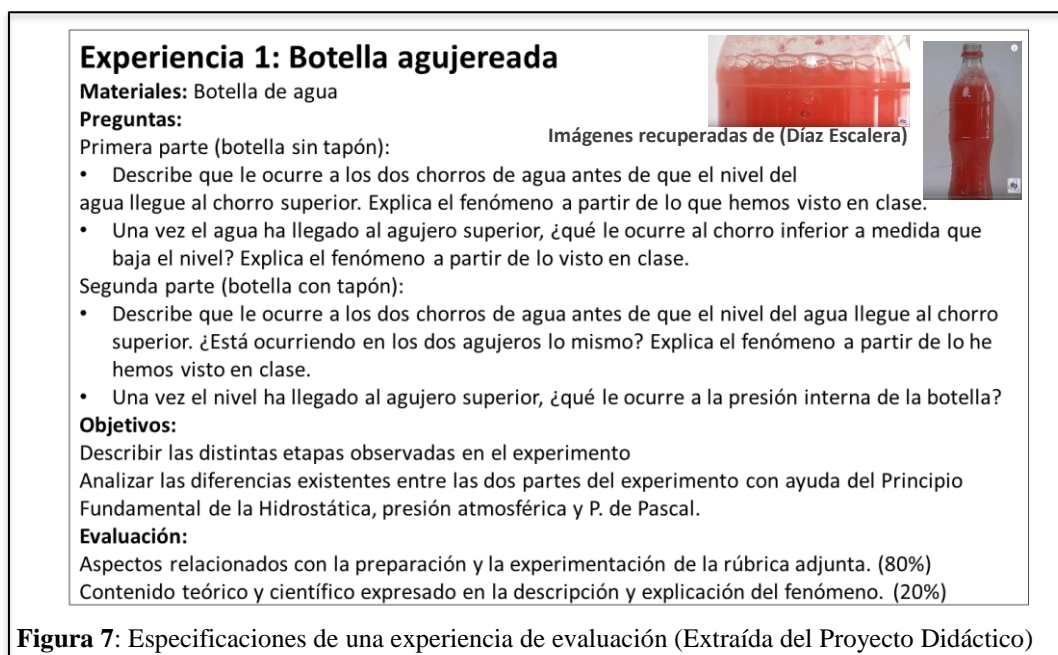


Figura 7: Especificaciones de una experiencia de evaluación (Extraída del Proyecto Didáctico)

Finalmente, en todo proyecto es necesario realizar una evaluación del proceso de enseñanza. Esta evaluación permite elegir entre cambiar las estrategias de enseñanza, alterar la distribución de contenidos o incidir en las pautas de aprendizaje del alumnado (Campanario, 1998)³⁸. En este caso se ha llevado a cabo desde cuatro ópticas distintas. La observación directa en las clases, dado que al consistir en clases con metodologías activas, resulta más sencillo detectar la incidencia de las clases en el alumnado. Por otro lado, también se incorpora un cuestionario de evaluación final, en la que el alumnado tiene la oportunidad de valorar el proyecto. También, el diseño del proceso de evaluación, permite corregir aquellos conceptos mal interpretados, permitiendo analizar en qué partes es necesario incidir. De esta forma, también se permite al alumnado reflexionar sobre su propio aprendizaje y desarrollar sus habilidades metacognitivas.

Por último, es la reflexión final que debe acompañar a cualquier proyecto didáctico, quien permite analizar de forma global el proceso de enseñanza-aprendizaje

3.2. Proyecto de Innovación Docente

El Proyecto de Innovación Docente ha sido elaborado en el último período del máster e implementado en su totalidad en la asignatura optativa de Cultura Científica en 4º de ESO, en el IES Pilar Lorengar. Así, se presentan los aspectos más relevantes de su implementación y resultados, sin olvidar que aún sin quedar reflejados en este apartado, ha estado acompañado de todos los aspectos que se consideran clave para la elaboración de cualquier proyecto didáctico y ya han sido mencionados en este trabajo.

3.2.1. Análisis previo de la propuesta

En este proyecto se ha llevado a cabo una inmersión al mundo nanométrico a través de una experiencia guiada. Los contenidos trabajados corresponden a la UD de Nanotecnología, así se ha marcado como objetivo alcanzar los conceptos fundamentales

relacionados con la nanotecnología, además de las aplicaciones presentes y futuras que esta tecnología nos puede ofrecer. Esta tecnología ha adquirido gran relevancia en los últimos años y en esta línea ha estado incluida en los planes estatales de I+D+I desde el año 2008 (MEIC, 2017)⁴⁴. Por otro lado, tal y como ya se ha analizado, la relativa juventud su relativa juventud ha abierto un debate sobre cómo debe ser enseñada. Tal y como afirma García y Foladori (2015)¹², “la divulgación de las nanotecnologías no puede abordarse de la misma forma que cualquier otro tema de Ciencia y Tecnología”.

Así, se ha diseñado una actividad de indagación guiada. En este sentido, también se han establecido unos objetivos acordes a esta metodología, buscando estimular aquellas actitudes y habilidades de carácter científico que competen a este tipo de actividades. Para ello, tal y como se ha analizado en el punto 2.4 de este trabajo, el paso previo a cualquier innovación recae en el estudio detallado de aquellas experiencias similares a las que se busca diseñar, y así ha sido para la elaboración de este proyecto. En este apartado se analizan al menos las investigaciones que han sido claves para su diseño.

En primer lugar, dada la importancia que la nanotecnología ha adquirido en los últimos años y la perspectiva que ofrece parece aún mayor, ha resultado relevante analizar con detalle un enfoque de relativa juventud como es el enfoque STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics). Este enfoque, sucesor del enfoque CTS, plantea grandes retos, como desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico, comunicación, colaboración, creatividad e innovación trabajando en equipos (Prieto & Chrovak, 2016)⁴⁵.

Por otro lado, aunque las actividades de indagación vienen siendo analizadas en didáctica de las ciencias desde hace más de 30 años, se ha puesto a prueba la metodología llevada a cabo por Crujeiras y Cambeiro (2018)⁴⁶. En este estudio se realiza una actividad de indagación, ahora bien, existen notables diferencias, siendo la más importante la introducción de una etapa dedicada a la identificación del problema y formulación de preguntas. En resumen, se ha utilizado una metodología de indagación guiada en grupo cooperativo donde el alumnado parte del planteamiento de cuestiones en torno a la observación directa de una de las aplicaciones de la nanotecnología.

3.2.2. Descripción de la actividad

El grupo en el que se realiza la actividad de 16 chicas y 4 chicos. En general muestran interés por la ciencia, ahora bien, también encontramos alumnado con un especial desinterés por esta rama del conocimiento. Por otro lado, es esta la primera vez que se enfrentan a este tipo de actividad, por lo que las destrezas puestas en juego en la indagación e investigación están muy poco desarrolladas. Teniendo en cuenta este factor se ha diseñado una actividad donde la participación es activa, buscando incidir también en su motivación.

Así, partiendo de una demostración con un aerosol hidrofóbico construido con esta tecnología y aplicado en distintos textiles, se pretenden analizar las causas y efectos del fenómeno a fin de llegar a los conceptos básicos de nanotecnología y nanociencia. Es importante aclarar que el grupo de alumnos no conoce ni la unidad ni los contenidos sobre los que se está trabajando al comienzo de la actividad. Se describen en la figura 8 las etapas del proyecto dentro de las dos sesiones utilizadas:

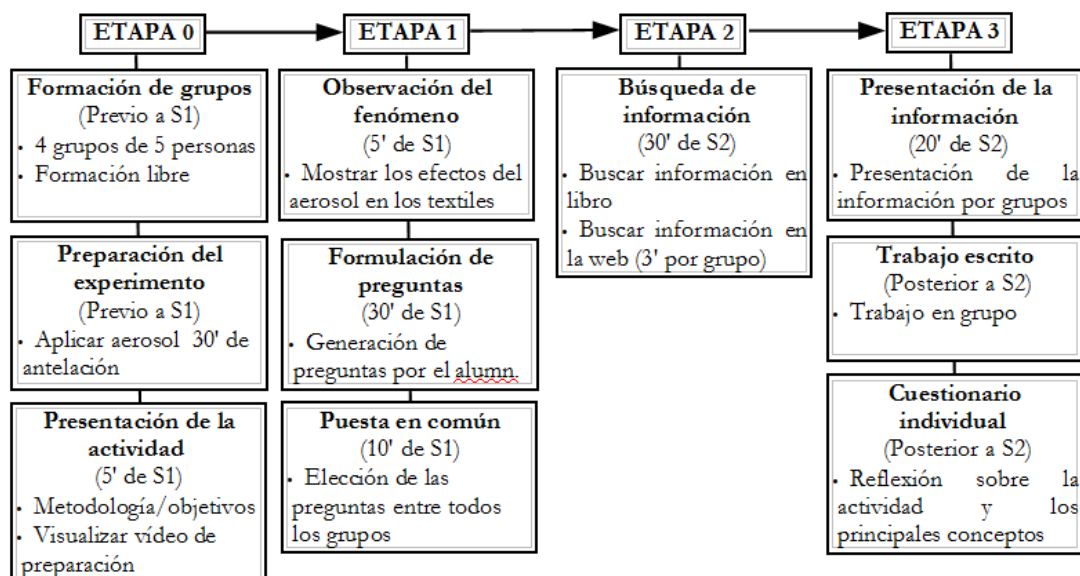


Figura8: Secuenciación del Proyecto de Innovación

La etapa 0 consiste en la preparación de la actividad. Por un lado se ha pedido al alumnado que forme 4 grupos de 5 personas siguiendo sus propios criterios. Por otro lado, el docente prepara la actividad añadiendo el aerosol sobre los textiles con antelación. Esta última parte es grabada en vídeo, para ser visualizado en la explicación de la actividad.

La primera etapa comienza con la observación del fenómeno. Para ello el docente vierte agua y ketchup sobre los textiles (con y sin aerosol) para poder observar las diferencias (Figura 9). En este momento es el alumnado quien comienza a generar preguntas en base a las tres tesis propuestas por el docente: sobre el fenómeno observado y el aerosol, sobre lo que puedo y no puedo ver, sobre la ciencia y la tecnología que hay detrás del aerosol. En base a estos temas el alumnado propone las preguntas que estima más oportunas. No obstante, el docente previamente ha preparado las preguntas y respuestas que considera son más oportunas, facilitando su propia labor en la implementación de la actividad.



Figura 9: Prueba en textiles con y sin aerosol

Una vez finalizado el tiempo para generar preguntas se realiza una puesta en común eligiendo en gran grupo cuales son las más oportunas para estudiar el fenómeno. Estas preguntas son anotadas por el docente y preparadas para la siguiente etapa. La segunda etapa consiste en la búsqueda de información para responder a las preguntas propuestas. La actividad ha sido diseñada para que todos tengan las respuestas en su libro de texto, no obstante, cada grupo cuenta con 3' para buscar en el ordenador de clase, sirviendo esto a su vez para evaluar la planificación en la búsqueda de información.

Por último, la tercera etapa consta de dos partes. La primera de ella consiste en realizar una puesta en común sobre la información encontrada y una segunda parte en la que cada grupo tendrá que realizar un trabajo escrito. También de forma individual deben responder a una serie de cuestiones que buscan la reflexión sobre la actividad y sus implicaciones tecnológicas y sociales.

3.2.3. Implementación, resultados y evaluación

A continuación se describe brevemente el desarrollo y resultados de los 4 grupos (G1-G2-G3-G4) en cada una de las etapas de la actividad:

Etapas 1: Tras observar el fenómeno es G3 quien se muestra más receptivo y comienza investigando la etiqueta del aerosol. G4 y G2 se centran en las prendas de ropa utilizando las lupas para intentar observar qué es lo que ocurre. Una vez comienzan a plasmar las preguntas, G1 y G3 no distinguen los temas propuestos ni tampoco lograr el paso conceptual de lo macro a lo micro, fundamental para la actividad. G2 y G4 tampoco diferencian claramente las tesis propuestas pero si realizan el paso de lo macro a lo micro. G2 distingue entre causa y efecto analizando las diferencias entre el aerosol y un desodorante, llegando a la conclusión de que el fenómeno es imperceptible al ojo humano. G4 llega a esta misma conclusión pero partiendo de la indiferencia al tacto. Ningún grupo se ha percatado de que la etiqueta del aerosol enuncia “Nanoprotector”, siendo el caso más representativo G3, dado que se ha centrado casi exclusivamente en el aerosol planteando preguntas desencaminadas en torno a hipotéticos experimentos que no se iban a realizar (este grupo pidió ir al laboratorio en su tiempo libre para seguir haciendo pruebas aunque sin nuevas conclusiones). Finalmente la puesta en común se desarrolla ordenadamente, aunque a excepción de G3, solo prestan atención a sus propias preguntas.

Etapas 2: Para esta etapa el docente ha preparado las preguntas propuestas por el alumnado. No obstante, se han seleccionado las más relevantes para responder en el tiempo de clase. En la búsqueda de información destacan de nuevo G2 y G4 tanto por la organización como por la rapidez con la que han detectado la temática de nanotecnología. G3 a pesar del interés que muestra por la actividad intenta proceder con demasiada minuciosidad y no tiene tiempo suficiente para responder a las preguntas. Por otro lado G1 no sigue ningún tipo de pauta, y comienza a buscar página a página.

La búsqueda en la web es fructífera para G2 y G4. G1 y G3 no han planificado de forma adecuada y no aprovechan este hándicap. Sin embargo en la puesta en común, G3 pone especial interés en las respuestas del resto de grupos y toma anotaciones para responder a las suyas propias. Finalmente comenta que a pesar de ser una actividad en grupo cooperativo, ha llamado la atención el hecho de que cada grupo congelaba el proyector de clase para que el resto de grupos no pudiese ver lo que estaban buscando. Esto nos invita a reflexionar sobre la sobreutilización de las actividades competitivas.

Etapas 3: En la entrega de los trabajos es G3 quien destaca sobre el resto de grupos, presentando un trabajo muy detallado, utilizando lenguaje científico y extrayendo conclusiones acertadas de la actividad. G4 opta por una presentación digital que recoge también de forma sintetizada todas las respuestas y reflexiones. Sin embargo tanto G2 como G1 han presentado un trabajo muy poco unificado, y a excepción de un componente de G1, las reflexiones sobre la actividad no reflejan un análisis congruente sobre el funcionamiento de esta. No obstante destacar que los 4 grupos han entregado el informe y que 17 de 20 alumnos han entregado la reflexión personal.

Por otro lado, es fundamental realizar un análisis detallado sobre las destrezas y habilidades que el alumnado pone en marcha para este tipo de actividades. Así, en base a lo propuesto por Crujeiras y Camberio (2018)⁴⁶ adaptado a su vez de NRC (2012)⁴⁷, y también a lo diseñado por Ferrés, Marbá y Sanmartí (2014)⁴⁸ en análisis del PTAI (Practical Test Assessment Inventory) (1982)⁴⁹, se ha diseñado la tabla 3:

Tabla 3: Destrezas implicadas en las etapas de investigación (adaptado de Crujeiras y Cambeiro (2018)⁴⁶ y Ferrés, Marbá y Sanmartí (2014)⁴⁸)

Etap.	Categoría	Destreza
1	Planificación de la investigación	Formular y sintetizar preguntas adecuadas al fenómeno observado Planificar la invest. del fenómeno desde los distintos enfoques planteados
	Observación y toma de datos	Explorar las propiedades de los elementos investigados Distinguir entre causa y efecto del fenómeno observado Realizar el paso conceptual de macro a micro
2	Búsqueda de información	Planificar la búsqueda de info. utilizando todos los medios disponibles Seleccionar de forma adecuada la fuente de información Organizar la información de forma adecuada
3	Present. de la información	Utilizar el lenguaje científico en formato escrito y oral Presentar un discurso claro y ordenado en formato escrito y oral
	Interpretación de resultados	Analizar los datos extraídos para la búsqueda de información Relacionar los datos extraídos con la observación del fenómeno Identificar la información y datos inconexos con el fenómeno observado
	Metarreflexión	Relacionar los métodos de la indagación con la práctica científica Analizar la influencia de la tecnología y la ciencia en nuestra vida diaria

En base a estas destrezas se ha elaborado una rúbrica con 3 ítems para cada dimensión. A su vez, de los 6 niveles de desempeño propuestos por Ferrés, Marbá y

Sanmartí (2014)⁴⁸, se han agrupado en 4 niveles para esta actividad. La consecución de 3,2,1 y 0 ítems en cada dimensión o destreza supondría alcanzar los niveles: Indagador, indagador inseguro, pre-científico y acientífico. Finalmente, se presenta en la tabla 4, los niveles alcanzados por cada grupo en cada una de las destrezas trabajadas:

Tabla 4: Niveles de desempeño de cada grupo (adaptado de Crujeiras y Camberio (2018)⁴⁶

Indagador	G4	G4	G4	G3	G3	G3	G3
Indagador inseguro		G2	G2	G4	G1-G4	G1-G2	G2-G4
Pre-científico	G1-G2	G1-G3	G3	G1-G2	G2	G4	G1
Acientífico	G3		G1				
	Plan. de invest.	Obs. Y datos	Búsq. De info.	Prest. De la info.	Interp. de result.	Concl. Y Metarrefl.	Trabajo Coop.

Podemos observar que la mayoría de los grupos han alcanzado un nivel intermedio de desempeño y aunque no se pretende realizar un análisis detallado en este apartado, si resulta interesante hacer una breve mención a los grupos G4 y G3.

Por un lado, G4 está compuesto por 4 alumnas, entre las cuales y exceptuando a una de ellas, no tienen un especial interés por la ciencia, obteniendo además bajos resultados en materias de esta tipología. Sin embargo es el grupo que mejor puntuación ha obtenido en la etapa 1 y 2 correspondiente al planteamiento de preguntas y toma de datos. Esto nos lleva a pensar en el valor que existe también en aquel alumnado que aparentemente no tiene buenos resultados en materias de ciencias debido a carencias en la comprensión de conceptos o resoluciones matemáticas, pero que sin embargo sí que cuentan con ciertas habilidades para la investigación.

Al contrario sucede con G3. Este grupo está compuesto por 5 alumnas, todas ellas con actitudes muy positivas hacia la ciencia y con calificaciones altas en estas materias. Sin embargo apenas tienen desarrolladas las habilidades científicas relacionadas con la investigación, vistos los resultados en la primera parte de la actividad. No obstante, su puntuación sube considerablemente a la hora de presentar la información, realizando un trabajo excelente y presentando individualmente unas conclusiones acertadas en torno a la relación de la actividad con la ciencia y la tecnología. De igual forma, nos lleva a concluir en la necesidad de formar al alumnado en el campo del “hacer ciencia”.

Concluir la presentación de la actividad, destacando el análisis posterior que se ha realizado sobre su implementación, cerrando así el Proyecto de Innovación Docente.

4. Reflexiones

Como ya se ha comentado a lo largo de este trabajo, cualquier proyecto didáctico o análisis dentro del campo educativo debe ir acompañado de una reflexión sobre este. Así, en este apartado se pretende dar cabida a aquellas reflexiones que a lo largo del último curso académico más hayan podido incidir en mi formación como docente.

Para ello estas reflexiones se presentarán de forma secuenciada desde lo concreto a lo global. Así, partiendo de un análisis didáctico de los proyectos presentados, se dará pie a reflexionar sobre la función del docente en física y química en base a las implicaciones que como docente en formación han tenido estos proyectos.

4.1. Análisis didáctico de los proyectos presentados

Para estas reflexiones se ha decidido comenzar realizando un breve análisis didáctico en torno a los proyectos que se han presentado en este trabajo.

Este análisis, se realiza desde una perspectiva actual. No obstante, como ya se ha mencionado en este trabajo, tanto el Proyecto Didáctico como el Proyecto de Innovación han sido elaborados en la última etapa del máster. Esto idea nos podría llevar a pensar que la opinión que tenemos sobre ellos apenas ha variado desde su elaboración, sin embargo nada más lejos de la realidad, dado que si se realiza un análisis tanto global como local de los proyectos siempre se podrán encontrar aspectos de mejora. No obstante, para realizar este análisis se estima oportuno comentar aquellos aspectos que por un lado se creen positivos, pero que por otro es posible matizar o mejorar.

En primer lugar, uno de los aspectos que se consideran positivos ha sido la implementación de actividades prácticas en los dos proyectos teniendo en cuenta la clasificación propuesta por Caamaño (2004)²⁸. Así, para el Proyecto Didáctico, se han utilizado demostraciones, ejercicios prácticos y experiencias, mientras que el Proyecto de Innovación Docente ha consistido en una actividad de indagación. Tener en cuenta esta clasificación ha resultado de gran ayuda sobre todo a la hora de plantear tanto objetivos como criterios de evaluación de forma consecuente. No obstante, al comparar los dos proyectos, se ha podido descubrir un primer planteamiento a modificar dentro del Proyecto Didáctico. En la evaluación de este proyecto se dedica una sesión a evaluar la capacidad indagatoria del alumnado en base a experiencias o experimentos mostrados en clase. Sin embargo, una vez realizado el Proyecto de Innovación Docente, dedicado en su totalidad a una actividad de indagación, nos lleva a reflexionar sobre el uso que se hace de esta palabra. Es cierto que al consultar cualquier proyecto educacional resulta vistoso encontrar la palabra “indagación”. Sin embargo, tras realizar la actividad dedicada a la nanotecnología a través de un proceso de indagación guiada, es fácil identificar que la actividad de evaluación del Proyecto Didáctico no es una actividad de indagación, sino más bien un ejercicio práctico donde el alumnado tiene libertad para proceder a su resolución. A esta conclusión ha sido fácil llegar tras diseñar el Proyecto

de Innovación Docente, para el cual, tal vez debido a mi inexperiencia, ha sido necesario zambullirse durante días en el mundo de la investigación de las actividades de indagación en ciencias, con especial interés en las implicaciones que tiene diseñar una evaluación para este tipo de actividades de forma, al menos, aceptable.

Por otro lado, los dos proyectos han buscado desarrollar los enfoques propuestos por Hodson (2003)¹⁸, en torno al aprendizaje de las ciencias. Sin embargo aquí hay varios aspectos a comentar. En primer lugar, en ningún momento ha estado presente la última propuesta de Hodson sobre “el interés sobre la acción sociopolítica”. Aunque esta propuesta puede suscitar debate entre los docentes en ciencias, se estima de interés por lo que a mí respecta. Sin embargo, aunque puedan existir razones por las que no se ha implementado en este caso, se considera uno de los aspectos a mejorar en la elaboración de futuros proyectos. En segundo lugar, analizando detalladamente uno y otro proyecto, me lleva a pensar que aunque pueda resultar de interés trabajar todas las dimensiones en cada una de las unidades didácticas en las que se compartimentan los contenidos, es importante ser cuidadoso a la hora de intentar implementarlas todas de forma conjunta, más aún cuando se es docente en formación como es mi caso. La razón de esta última reflexión recae en los resultados obtenidos en el Proyecto de Innovación Docente, en el que se han dedicado dos sesiones a trabajar principalmente en el supuesto de “hacer ciencia”, obteniendo unos resultados que sin entrar a valorar como positivos o negativos, si podrían considerarse como relevantes, principalmente aquellos relacionados con la etapa 1, correspondiente a la formulación de preguntas. En este sentido, sería este otro de los aspectos que desde la perspectiva actual revisaría, intentando dar más relevancia al planteamiento de preguntas por el interés que ha suscitado tanto entre el alumnado como en el profesorado.

Este análisis da pie a realizar una valoración negativa en torno al Proyecto Didáctico, en vista de las problemáticas que más han surgido en el último año, el tiempo. Así, aunque el modelo docente que se pretende construir basa en clases enérgicas, el diseño de este proyecto supondría casi con total seguridad en la readaptación de actividades para poder alcanzar todos los contenidos. Aunque esta última parte daría pie a debatir sobre la finalidad de impartir todos los contenidos, pero a su vez partiendo de que es la legislación quien lo marca, el diseño de este proyecto podrá dar lugar a dos consecuencias negativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, dado el frenético ritmo con el que el docente debería impartir estas clases, no será posible detenerse a realizar un análisis detallado de los conceptos trabajados, dando lugar, casi con toda probabilidad, a una desorientación cognitiva en el alumnado. Por otro lado, si finalmente el docente decide detenerse en aquellos aspectos en los que el alumnado encuentre mayores problemas, aspecto por el que abogo, llevará a la improvisación. Esto no quiere decir que siempre que se improvise se haga de forma errónea, pero dada las características de la función docente, en la que a diario es necesario improvisar por aspectos ajenos al propio docente, es conveniente que esos

otros aspectos que pueden ser planificados se hagan de forma correcta. Así, cabrían dos posibles soluciones en torno a esta cuestión, o modificar la secuenciación del proyecto, o elaborar uno paralelo como plan b.

Finalmente, para acabar el análisis didáctico de los proyectos, se cree conveniente hablar de las características de su destinatario, el alumnado. En este sentido, cabe valorar positivamente, y siempre siendo consciente de la condición de aprendiz en esta profesión, que las características del alumnado han estado presentes en la elaboración de los dos proyectos. Tanto en el caso del Proyecto Didáctico (implementado tan solo en actividades concretas) como en el Proyecto de Innovación (implementado en su totalidad), se ha intentado dar valor a una característica que previamente podría ser considerada como negativa, el carácter hablador del grupo. Se ha buscado a través de actividades donde el alumnado tiene que participar de forma activa, que ese carácter hablador pudiese ser traducido como carácter curioso. Esta valoración se hace sobre la experiencia vivida en el período de prácticas, en el que aún si haber elaborado el Proyecto Didáctico, se implementó la actividad de la ventosa de cristalero, siendo relevante la participación del alumnado, con especial interés aquel que en un principio parecía más desmotivado. Esta experiencia, ha sido fuente de inspiración para diseñar el Proyecto Didáctico, y sin lugar a duda fundamental para reflexionar en el diseño del Proyecto de Innovación Docente. Ahora bien, cabe decir que este interés no fue el mismo en todos los grupos con los que se implementó la actividad, lo que nos lleva también a reflexionar sobre la necesidad de adaptación de cualquier proyecto a cada grupo con el que se implementa.

Teniendo presente que este análisis didáctico podría extenderse mucho más, se pasa a realizar un análisis de la función docente del profesorado en física y química, partiendo de las implicaciones que los proyectos presentados han supuesto en mi proceso de formación como docente en ciencias.

4.2. Análisis de la función docente desde la óptica del docente en formación

La importancia de los proyectos presentados en mi proceso de formación como docente recae en última instancia en la síntesis de conocimientos que han sido necesarios para su elaboración. Conocimientos que por un lado han puesto de manifiesto la necesidad en conocer aquellos aspectos generales que engloban el proceso educativo (pedagogía y psicología, contextualización y marco legal y procesos de enseñanza-aprendizaje) como aquellos enmarcados en la especialidad, la didáctica de las ciencias en general y la física y la química en particular.

No es despreciable por otro lado, que estos proyectos han sido contruidos en base a lo vivido en el período de prácticas en un centro de secundaria, siendo esta parte de la formación como docente la que ha servido como puente entre todos los aprendizajes vistos en las clases de este máster y su aplicabilidad en un aula real de educación secundaria. Esta experiencia ha servido a su vez para poder crear un mapa mental de las implicaciones de la función docente no solo dentro del aula, sino también fuera de ella.

Así, se realiza en este apartado una reflexión de la función docente del profesorado en física y química que la sociedad actual demanda y necesita, partiendo de las principales conclusiones extraídas en torno a los proyectos presentados y su vinculación con el modelo docente que se busca construir. Para ello partimos de la figura 10, en la que encontramos una infografía con una síntesis de estas reflexiones:

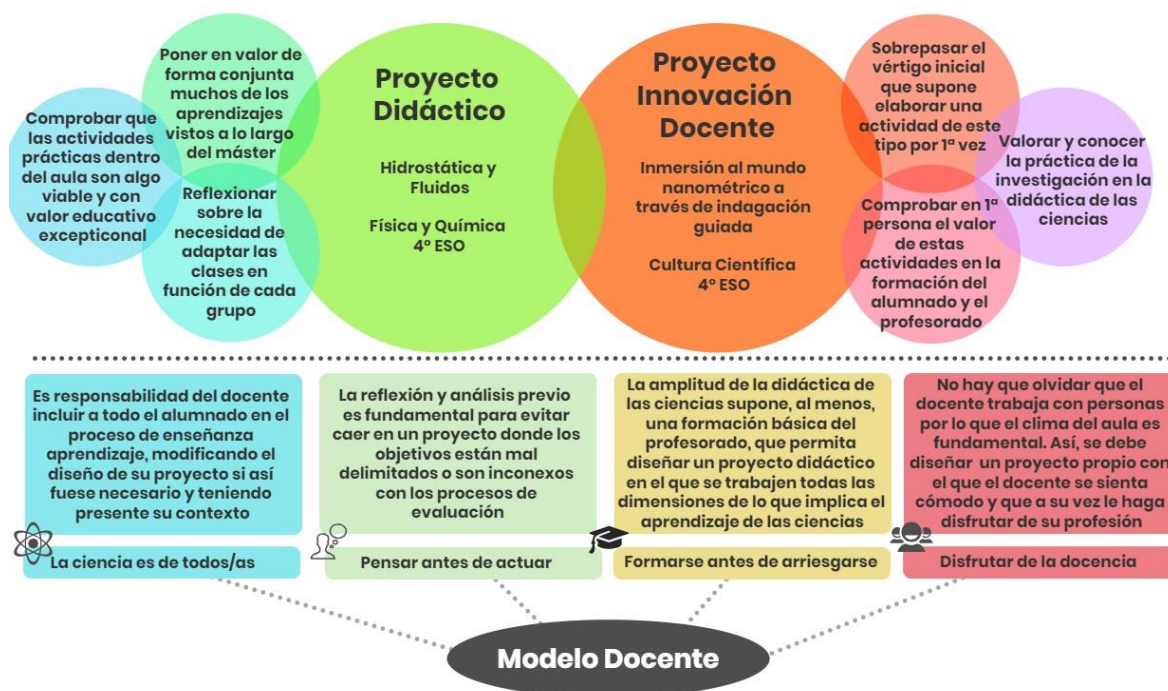


Figura 10: Infografía de las conclusiones extraídas de los proyectos presentados y su vinculación con el modelo docente que se pretende construir

En esta infografía se presentan las principales conclusiones que como docente en proceso de formación se han podido extraer de los proyectos presentados. Algunas de estas conclusiones ya han sido tratadas en este trabajo, por lo que no se analizarán de forma particular o individualizada en este apartado. Sin embargo, si se cree oportuno englobarlas dentro de las reflexiones sobre las que se construye el modelo docente que en un futuro se pretende construir. Estas son el fruto de analizar sobre los aprendizajes del máster en general, y los proyectos dedicados a la didáctica de las ciencias en particular, todo ello desde la perspectiva actual.

Así, partiendo de la idea de que no podemos entender la enseñanza como un conocimiento que pasa de un lugar a otro, sino como un proceso construido en un tiempo y espacio concreto, del que la información surge desde distintas fuentes (Martínez Valcárcel)⁵⁰, agrupar las ideas sobre las que analizar la función docente resulta sumamente complejo. No obstante se ha decidido agrupar estas reflexiones en cuatro grandes bloques, todos ellos planteados desde la perspectiva ser un docente en proceso formativo. Así, estos bloques son: la ciencia es de todos/as, pensar antes actuar, disfrutar de la docencia y formarse antes de arriesgarse.

La ciencia es de todas/os

Ya por 1883 el poeta y político cubano José Martí escribió: “Educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido: es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive; es ponerlo a nivel de su tiempo, para que flote sobre él, y no dejarlo debajo de su tiempo, con lo que no podrá salir a flote; es preparar al hombre para la vida” (Martí, 1883)⁵¹. Siendo consciente de la lejanía en el tiempo de la afirmación y de las matizaciones lingüísticas que se puedan hacer, esta representa una síntesis de los principios sobre los que basar la educación. Cuando hablamos de todo hombre y toda mujer, implica al docente como responsable último, de al menos intentar, que el alumnado en su conjunto consiga los objetivos planteados. Siendo consciente de las dificultades que el docente actual encuentra para lograr este objetivo, y también de aquellas posiciones encontradas que puedan surgir con docentes cuya experiencia les aporta una lógica contraria a ello (en el sentido, de la imposibilidad de conseguir dicho objetivo), no es posible construir un modelo docente en el que al menos se parta con la idea de incidir o cuidar este aspecto. Es común, o al menos esta sido mi experiencia, conversar con docentes que dan este objetivo por perdido, y aun respetando su experiencia y valorando su opinión, no cabe otra opción que posicionarse en contra. Tal vez la experiencia dentro de la docencia nos lleve a este tipo conclusiones, pero sin embargo es oportuno marcar esta reflexión para el futuro y tener presente la afirmación de Booth y Ainscow (2004)³ ya mencionada en este trabajo, sobre la problemática que surge cuando las dificultades en la enseñanza se atribuyen tan solo a los déficits del alumnado, dejando de lado aquellas mejoras que minimizarían estas dificultades.

Por otro lado, si nos centramos en la didáctica de las ciencias en particular, es importante tener dos aspectos muy en cuenta. Por un lado, el análisis y estudio necesario sobre lo que implica enseñar ciencia y por otro sobre qué tipo de ciencia queremos enseñar. Aunque esta parte ha sido analizada a lo largo de todo el trabajo de una forma más o menos detallada, se cree oportuno comentar aquí, que además de tener el deber moral y también legal (dado que viene marcado en el currículum oficial), la enseñanza de las ciencias no solo debe basarse en la comprensión teórica de los modelos, leyes y conceptos.

Además de estas implicaciones que fija la propia didáctica de las ciencias, también influyen de forma positiva en la inclusión del alumnado. De esta forma el hecho de incluir metodologías activas y prácticas tiende a incidir en la motivación y participación del alumnado, permitiendo atraer a aquel que muestra más desinterés por esta rama del conocimiento. Así, si asumimos que el docente de ciencia, tiene la bella y a la vez difícil función de ser “el traductor de la naturaleza”, también tiene la responsabilidad de intentar que el alumnado, en la medida de lo posible, sepa apreciar esta rama del conocimiento, que es la ciencia. Para ello, y siendo en todo momento consciente de mi inexperiencia, una forma es intentar hacerlos dueños de ella, y no mostrar la ciencia como aquello que compete solo a grandes científicos en laboratorios espectaculares.

Una forma para conseguirlo, o al menos así se plantea en este modelo docente, es fomentar un aprendizaje de tipo vivencial, donde sea el alumnado quien experimente con sus sentidos a través de experiencias con materiales sencillos. Así se trabaja el desafío cognitivo y el escepticismo científico, aspecto este último que se cree necesario retomar dados los problemas de credibilidad a los que la ciencia se enfrenta en los últimos años (sirva de ejemplo la “Flat Earth Society” en creciente expansión).

En conclusión a este apartado, el docente en ciencia en general y de física y química en particular debe tener presente que, aunque se fomente y motive el aprendizaje del alumnado más aventajado, no debe ser a costa de dejar atrás aquel que pueda presentar más dificultades, más aún, cuando existe una posibilidad de que las dificultades estén relacionadas con el modelo de aprendizaje que este alumnado necesita. Ahora bien, también es necesario tener presente la ambigüedad que supone, dado que no se debe poner trabas al alumnado con menos problemas en el aprendizaje frente a aquel con mayores dificultades, siendo esta una de las grandes dificultades a las que se enfrenta cualquier docente dentro del aula.

Pensar antes de actuar

La necesidad de reflexión en torno a la práctica docente ha quedado reflejada en este trabajo, al menos esa ha sido la intención. No obstante, comentar brevemente que esta es otra de las reflexiones claves que se ha podido extraer a lo largo de este máster en formación del profesorado, y que por otro lado es necesario tener presente a la hora de analizar la función docente.

En este sentido, es fundamental la reflexión que debe existir entre el profesorado de ciencias a la hora de diseñar cualquier proyecto didáctico. Este análisis tendrá consecuencias directas en la implementación de dicho proyecto, y siguiendo con Campanario (1998)³⁸ resulta de gran interés estudiar aquellas incongruencias que a veces encontramos entre los criterios de evaluación frente a los objetivos y metodologías sobre los que se ha basado para diseñar el proyecto.

Este aspecto, sobre el que se ha incidido en la exposición de los proyectos didácticos da lugar a otra de las problemáticas con las que se encuentre el docente actual, la forma de evaluar. Desde todas las ópticas se invita al profesorado a evaluar de forma individualizada y formativa, sin embargo no es habitual encontrar en las aulas este tipo de evaluación. Por un lado, es la propia dificultad, también temporal que supone llevarla a cabo, pero también por las propias concepciones personales del propio docente. Así, al hablar de evaluación individualiza se tiende a pensar en la pérdida de igualdad entre el alumnado. Sin embargo, no es la igualdad quien debe marcar la forma de evaluar, sino la equidad. Así, debe ser función del docente adaptar la evaluación al alumnado, incluso adoptando exámenes o actividades diferentes si así lo considerase necesario..

Esto nos lleva a otro campo de análisis, la diversidad entre el alumnado. Aunque no es objetivo realizar un análisis detallado de esta parte, cuando se habla de “pensar antes de actuar”, también se busca hacer referencia a esta cuestión. A lo largo de la historia el docente siempre ha encontrado diversidad dentro del aula. Ahora bien, la diferencia con la actualidad, es que a día de hoy la sociedad necesita un profesorado que tenga presente estas características a la hora de implementar cualquier proyecto didáctico, tomando esta diversidad en el alumnado con un capital a explotar y no como un factor negativo. De esta forma, analizar convenientemente el contexto social-económico y también personal del alumnado es fundamental, dado que bien es sabido, que un proyecto didáctico puede funcionar extraordinariamente bien con un grupo de alumnos, pero de forma nefasta con otro.

Así, este apartado podría concluir valorando la necesidad de reflexionar sobre cualquier propósito vinculado con el campo educativo. Una reflexión previa para buscar un diseño óptimo en su implementación y una reflexión posterior con la que evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo modificar o mejorar aquellos aspectos que se consideren más oportunos.

Disfrutar de la docencia

No cabe duda de que el docente es un agente activo no solo dentro del aula, sino en todo aquello que lo rodea. Aunque no se pretende realizar un análisis de todas aquellas tareas asociadas a la labor docente que en apariencia no tiene relación con la didáctica en sí misma (burocracia o marco legislativo por ejemplo), si se cree oportuno hacer una breve síntesis sobre aquello que más puede incidir en una parte tan importante de la función docente como es el bienestar emocional del profesorado.

Realizando un análisis desde fuera hacia dentro, las habilidades personales que el docente debe mostrar son también un factor clave. En primer lugar, el talante y la diplomacia son cualidades que en cierto modo deben ser inherentes a la función docente, dadas las múltiples labores de coordinación existente entre los distintos órganos de un centro. No podemos olvidar que el aula donde se imparte la clase no es un sistema aislado, sino más bien el lugar donde acaban confluyendo todas las conexiones existentes en el campo educativo. Así, tanto la coordinación con los órganos del centro, los compañeros de departamento como las labores de orientación coordinadas desde un departamento propio, deben confluir de forma armónica en el aula. Por otro lado, la didáctica actual parece apuntar a trabajar los contenidos de forma interdisciplinar, de forma que las características de las que se habla, el talante y la diplomacia deben ser fundamentales.

La comunidad educativa en su conjunto es otro de los campos a tener muy presente dentro de la función docente, incluyendo aquí a las familias. El trato con las familias es una de las labores del profesorado donde el tacto y el temperamento adquieren un valor fundamental. Así, resulta imprescindible saber actuar de forma comprensiva, pero sin dejar de lado los criterios que se consideren oportunos, pudiendo resultar esta parte

enormemente compleja dado que el papel de juez que a veces se asocia a la labor del profesorado. En este sentido, se cree importante realizar una labor de divulgación de la labor docente, incidiendo en la profesionalidad de este trabajo y también en la clarificación del objetivo último, el aprendizaje del alumnado.

Todos estos factores aportan una breve idea de las implicaciones de la labor docente. Sin embargo, es el trato con el alumnado el que más incide en el bienestar emocional con el profesorado.

No podemos olvidar que dentro del aula también trabajamos con personas. A esto añadimos la dificultad de que estas personas aún están en proceso de formación, por lo que existe una responsabilidad añadida en la forma en la que se trabaja, dado que descocemos el alcance que pueda tener cualquier comentario o actitud en el aula. Como ya se ha comentado en este trabajo, esta profesión es de las pocas donde existe una confluencia intergeneracional diariamente. De esta forma, aunque la perspectiva que nos aporta la experiencia nos lleve a sentirnos poseedores de la verdad absoluta, también es necesaria una cualidad que se considera importante, la empatía. Si se analiza esta confluencia de tiempos dentro de la educación, se podría decir que desde la óptica del docente, en el aula confluyen pasado, presente y futuro. Pasado porque es inevitable que el profesorado se vea reflejado en su alumnado cuando este era estudiante. Presente porque es el momento en el que se trabaja. Y futuro, dado que es fundamental que en todo momento el docente sea consciente de que está incidiendo en las personas que configurarán la sociedad del mañana. Así, a pesar de la complejidad que este aspecto aporta a esta profesión, no podemos dejar de recalcar la belleza que por un lado aporta a esta profesión si se sabe analizar positivamente.

De esta forma, el hecho de haber pasado por la etapa en la que ellos se encuentran, debe dar cabida a la empatía con el alumnado, intentando ponerse en su lugar. Esto permitirá abandonar la óptica del alumnado como un contenedor sobre el que depositar nuestros conocimientos, dando pie a ser valorados como personas que están en un ciclo de la vida por el que nosotros también pasamos. Esto no implica por otro lado abandonar la disciplina, pero sin embargo, sí que puede mejorar de forma muy positiva el clima del aula.

Ahora bien, recalcando de nuevo mi condición de aprendiz, opino que es el disfrute del docente con su profesión una de las causas para principales tanto en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje como del clima del aula. Aunque este aspecto supone un análisis totalmente subjetivo, también puede ser trabajado y mejorado. Por un lado, a partir de las reflexiones que se puedan extraer de la propia experiencia como docente, dando valor a aquellas experiencias negativas como un aprendizaje para nosotros mismos. Y por otro, a través de construir un modelo docente que nos represente, además de como profesionales de la educación, como las personas que somos también fuera del aula.

De esta forma y a modo de resumen para este apartado, podríamos concluir diciendo que es el divertimento y el disfrute del propio profesor una de los factores fundamentales para que el proceso de enseñanza-aprendizaje pueda darse de una forma óptima. Pocas son las profesiones que aportan el contacto humano que ofrece la educación, teniendo además una responsabilidad tremenda en la sociedad en general. Si a esto añadimos que con nuestro disfrute y divertimento mejora todo el proceso, ¿por qué no intentar hacerlo?

Formarse antes que arriesgarse

Finalmente con este apartado cerraríamos el ciclo abierto al principio de este trabajo, la formación del profesorado en ciencias.

A lo largo de todo el trabajo ha quedado patente la necesidad de formación del profesorado de ciencias en torno a dos grandes bloques. Por un lado en aquellos aspectos generales vinculados con la educación como son la pedagogía y la psicología, la contextualización legal y social y el conocimiento en profundidad de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Y por otro, aquellos a los que se ha prestado especial atención en este trabajo, relacionados con la didáctica de las ciencias y la física y la química. De esta forma no se busca repetir aquí aquello que ya se ha analizado, más aún cuando se dedicará un apartado a extraer las principales conclusiones en torno a ello. Sin embargo, si puede resultar de interés realizar una breve reflexión sobre la formación permanente del profesorado, prestando un interés especial al profesorado de física y química.

Cuando hablamos de formación permanente del profesorado nos referimos a aquella que el docente debe adquirir también a lo largo de toda su vida laboral. Por supuesto, es la experiencia uno de los aspectos clave para perfilar cualquier modelo docente, pudiendo evaluar a lo largo de los años aquello que funciona y no funciona. Ahora bien, esto no implica que la labor de docente deba ceñirse tan solo a lo conseguido a través de la experiencia, sino también en la necesidad de renovarse. En el caso del profesorado de ciencias, esta renovación debe al menos estar enfocada desde dos puntos, por un lado aquella relacionada con los propios contenidos y por otro la relacionada con las metodologías con las que serán impartidos.

Si partimos de un análisis de los contenidos, es fácil detectar la particularidad que supone ser enseñante de ciencias, debido al carácter cambiante de la propia ciencia. En consecuencia, esto supone una constante renovación del docente en cuanto a contenidos. Así, cualquier docente experimentado y responsable habrá sido consiente de la necesidad de dicha actualización. Un ejemplo claro de ello en el campo de la física y la química queda reflejado en este mismo trabajo a partir del Proyecto de Innovación Docente, en el que se trabajan los conceptos de Nanotecnología. Aunque esta tecnología lleva tiempo estudiándose, es en los últimos 10 años cuando realmente ha dado un gran salto y ha sido necesario darle cabida en el aula.

Por otro lado, encontramos la necesidad de renovación respecto a las metodologías con las que trabajar en clase. En líneas generales, esta renovación tiende a ser dejada más de lado. Las causas de ello pueden responder a multitud de factores, sin embargo son las teorías reproduccionistas del aprendizaje las que aportan una respuesta más acertada, en el sentido de que tendemos a reproducir aquellos métodos de enseñanza por con lo que nosotros aprendimos. Sin embargo, a pesar de la experiencia que aportan los años de labor docente, no hay que despreciar el carácter cambiante de la sociedad. Así, aquellas prácticas metodológicas que funcionaron en una etapa social o histórica concreta, pueden estar completamente desactualizadas en otro momento o etapa.

Finalmente, si reflexionamos en torno al estado social actual, la sociedad de la información y los mass media, la necesidad de la renovación queda aún más patente, y prueba de ello son la implementación de las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) y las más recientes TAC (tecnologías del aprendizaje y el conocimiento).

De esta forma la formación permanente del profesorado también es un factor clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La justificación de esta constante renovación recae tanto en la actualización de los contenidos debido a los avances científicos que vemos casi a diario, como en la propia evolución de la sociedad, demandando así un profesorado cuyas capacidades y actitudes necesitan de una formación permanente.

Ahora bien, además de la formación permanente, también es fundamental aquella formación inicial con la que se emprenderá la labor docente. Así, en el siguiente apartado, se realizará una síntesis final de todas las conclusiones que abogan por la necesidad de esta formación, todo ello analizado desde la óptica del propio docente en formación.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha buscado sintetizar aquellas reflexiones que a lo largo del presente Máster en Formación del Profesorado en Física y Química se han podido extraer. Estas reflexiones han sido presentadas con la intención de subrayar por un lado la importancia que han tenido en la construcción de mi modelo como docente en ciencias y por otro lado con la intención de poner en alza el valor de este máster en la formación de los futuros docentes. A su vez, se ha optado por realizar esta modalidad de trabajo, a fin de elaborar un memorándum personal del paso por este máster.

En este sentido, a lo largo de todo el trabajo se ha buscado dar una respuesta fundamentada tanto desde el análisis teórico y de investigación, como desde el punto de vista puramente personal, a la tesis inicial planteada en su título: “La formación del profesorado en ciencias, ¿vanguardia en la mejora del proceso educativo?”.

Sin perder la perspectiva del docente en formación, se ha dado respuesta a esta pregunta desde un análisis teórico de la didáctica de las ciencias, que a su vez a ha servido para justificar la decisión de presentar los Proyectos Didáctico y de Innovación Docente dentro de este trabajo. Finalmente ha sido el análisis didáctico y global de la elaboración e implementación en el aula de estos proyectos, la fuente de reflexión sobre la que se ha construido el análisis de la función del docente en física y química que la sociedad actual demanda y necesita.

Finalmente se hace en este apartado una recapitulación de todas las conclusiones extraídas a lo largo del trabajo, que a su vez son el reflejo de aquellas extraídas a lo largo de este máster. Así, atendiendo a este análisis se agrupan las conclusiones en dos grandes bloques. Por un lado aquellas conclusiones en torno a la necesidad de formación del profesorado, y por otro lado aquellas sobre las que se construye el modelo docente que en un futuro me gustaría implementar.

Las conclusiones referentes a la formación del profesorado en ciencias, analizadas desde la propia óptica de docente en formación, se sintetizan a continuación:

- La formación del profesorado en ciencias debe partir de unos conocimientos específicos de la materia en la que se vaya a ejercer, siendo la física y la química en este caso. Ahora bien es común, tal y como afirma Hernández y Sancho (1998)¹, que sin ser plenamente conscientes de ello accedamos a esta titulación enclaustrados en la posición de técnicos o especialistas que nos aportan los conocimientos específicos de nuestra materia obviando todo aquello que desconocemos por completo, la enseñanza de estos conocimientos. Así, un primer paso para acceder con una actitud positiva hacia el aprendizaje de la función docente debe ser la deconstrucción previa del aspirante a docente. De esta forma, se podrá observar con plenitud el campo de la educación de forma general y la belleza de todo lo que conlleva la didáctica de las ciencias en particular. No obstante, aunque sean múltiples las opciones para conseguir que

los aspirantes a docentes seamos conscientes de que nuestros conocimientos no tienen un valor didáctico por sí solos, opino que es valorizando la formación del profesorado la forma más eficaz para conseguirlo, siendo este uno de los objetivos planteados para el presente trabajo.

- A lo largo de todo el trabajo ha quedado patente la multitud de campos de conocimiento que confluyen en la educación, la mayoría de los cuales desconocidos para aquellos que provenimos de carreras técnicas como es mi caso. Así, tal y como afirma Booth y Ainscow (2004)³, es importante no caer en asignar las dificultades de la enseñanza tan solo en los déficits del alumnado, siendo necesario así una formación del docente para saber realizar un análisis detallado y acertado de las implicaciones de la función docente. Estas implicaciones nos llevan a adquirir conocimientos de legislación, sociología, psicología o pedagogía entre otros aspectos.
- Además de aquellos conceptos más alejados de nuestras especialidades, se abre ante el aspirante a docente un campo de estudio en sí mismo, el de la didáctica de las ciencias. Así, se ha realizado un análisis detallado de aquellos aspectos que pueden ser considerados como básicos para el buen desarrollo de proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del aula de física y química. Este análisis da pie a reflexionar la facilidad con la que el docente puede actuar de forma errónea en el desarrollo de los conceptos o en el planteamiento de las actividades prácticas, quedando demostrada la tesis propuesta por Furió Mas (1994)⁶ en torno a las ideas previas existentes también entre el profesorado de ciencias.
- Con la presentación del Proyecto Didáctico y el Proyecto de Innovación Docente y su posterior análisis se ha buscado resaltar el valor que tiene esta formación en el docente. Esto no hace referencia al valor didáctico de los proyectos en sí mismos, sino al valor de los aprendizajes puestos en juego en este máster por una persona que desconocía por completo la didáctica de las ciencias, y que sin embargo, sale encandilado con ella.
- Este máster no solo aporta los conocimientos necesarios para construir el andamiaje didáctico, sino también el laboratorio didáctico para probarlos e implementarlos. Por otro lado brinda una oportunidad perfecta para superar el vértigo inicial que supone elaborar actividades de innovación por primera vez, tal y como analiza Oliva (2011)³⁵. Así, se ha intentado aprovechar esta circunstancia y utilizar la inestimable ayuda del profesorado de la universidad, para elaborar proyectos como el de Innovación Docente, el cual no podría haber sido diseñado sin el apoyo y guía de la docente titular de la materia para el que se ha elaborado. De esta forma tras cursar este máster, el docente cuenta con una primera experiencia en la elaboración de proyectos con carácter innovador, en mi caso personal, diseñar una actividad de indagación.

Una vez realizada esta síntesis de las conclusiones tanto del presente trabajo como de este máster en referencia a la necesidad de la formación del profesorado, se sintetizan a continuación aquellas vinculadas al modelo docente que se pretende construir, junto con las perspectivas de futuro en su implementación:

- A la hora de elaborar cualquier actuar cualquier actuación educativa, tener en todo momento presente que es el alumnado el protagonista de dicha actuación. De esta forma el diseño debe estar enfocado al grupo concreto con el que se trabaja, siendo fundamental la atención a la diversidad, y destacando aquí el valor de la evaluación individualizada y formativa. De esta forma será objetivo conseguir que todo el alumnado alcance las metas propuestas.
- Aquellas características del alumnado que puedan parecer más desfavorables, deben ser tomadas como un potencial sobre el que trabajar y no como un problema. No obstante, siendo consciente de la dificultad que esto conllevará en el futuro no tengo otra opción que negarme a comenzar mi labor docente partiendo de la idea que habrá grupos o alumnos concretos con los que tenga que abandonar. Sin olvidar por otro lado, que es también la legislación quien nos obliga a ello.
- La formación permanente del profesorado será la base sobre la que llevar a cabo mi labor docente, tanto en lo que se refiere a contenidos como a las metodologías. La sociedad actual demanda y necesita un modelo de docente en continua actualización y en contacto con la investigación educativa.
- El análisis propuesto por Hodson (2003)¹⁸ en torno al aprendizaje de las ciencias será una de las bases sobre las que empezar a construir mi modelo docente. Así, a pesar de las matizaciones necesarias, se pretende construir un modelo donde las clases tengan un carácter eminentemente práctico, fomentando el aprendizaje vivencial y el desafío cognitivo. Para realizar un diseño racional y acertado de las actividades será de interés la clasificación de las actividades prácticas propuesta por Caamaño (2004)²⁸.
- La justificación de la utilización de actividades prácticas recae en tres puntos fundamentales: la obligación como docente en ciencias de trabajar todos los aspectos que competen a la ciencia, algo a lo que por otro lado nos obliga la ley; hacer al alumnado poseedor de la ciencia a través de experiencias sencillas, de forma que la fatídica idea de que “la ciencia es de los científicos” quede superada; incidir en la motivación tanto del alumnado como del profesorado, permitiendo dar cabida al disfrute y divertimento de esta bella rama del conocimiento, que es la ciencia.

Con esto, quedan reflejados aquellos principios básicos sobre los que construyo mi propio modelo de profesor de Física y Química, y que por otro lado han servido de base para elaborar el Proyecto Didáctico y el Proyecto de Innovación Docente, presentados en este trabajo.

Ahora bien, añadir una última reflexión, esta vez englobando mi posición como estudiante del Máster en Formación del Profesorado y también como futuro profesor de Física y Química. Esta reflexión que pretende resaltar una vez más la enorme complejidad de nuestra labor como docentes, en la que sin llegar a ser plenamente conscientes del alcance tanto temporal como social que puede tener nuestro trabajo, nos invita a reflexionar sobre la responsabilidad que tenemos en esforzarnos día a día en llevarlo a cabo de la forma mejor y más digna posible, a pesar de la multitud de dificultades que puedan surgir a lo largo de todo el proceso.

No obstante, ello no implica que no sepamos disfrutar de este trabajo como uno de los más bellos que existe, más aún cuando nuestro propio disfrute implica una mejora en sí misma del proceso educacional. Si a esto añadimos que tenemos la función de trabajar sobre la rama del conocimiento que se decida a la interpretación de algo tan grandioso como la naturaleza, ¿qué más podemos decir?

Por último acabar citando a Albert Einstein como reflejo de lo que ha supuesto el paso por este máster también en lo personal. Y es que, aun teniendo la suerte de tener clara mi vocación como profesor antes de comenzar, me ha permitido disfrutar del estudio y del conocimiento como nunca antes lo había hecho:

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

6. Bibliografía

- [1] Hernández, F., & Sancho, J. M. (1998). *Para enseñar no basta con saber la asignatura*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- [2] Universidad de Zaragoza (2007). *Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza*. Recuperado el 20 de 6 de 2018, de <https://estudios.unizar.es/estudio/ver?id=659>
- [3] Booth, T., & Ainscow, M. (2004). *Índice de Inclusión: Desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas*. (A. L. López, Trad.) Santiago de Chile: UNESCO/OREALC.
- [4] Díaz-Aguado, M., Martínez Arias, R., & Martín Seoane, G. (2004). *Prevención de la violencia y lucha contra la exclusión desde la adolescencia. Volumen I. La violencia entre iguales en la escuela y en el ocio. Estudios comparativos e instrumentos de evaluación*. Madrid: Instituto de la Juventud.
- [5] Hudson, B., Zgaga, P., & Astrand, B. (2010). *Advancing quality cultures for teacher education in Europe: Tensions and opportunities*. Sweden: Umea School of Education.
- [6] Furió Mas, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 2(12), 188-199.
- [7] Viennot, L. (1989). L'enseignement des sciences physiques objet de recherche. *Bulletin de l'Union Des Physiciens*, 899-910.
- [8] López Rupérez, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las ciencias*, 1(8), 65-74.
- [9] Tiberghien, A., Vince, J., & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 17(31), 2275-2314.
- [10] Cubero, R., & García, E. (1994). Carta de presentación del proyecto de debate sobre el conocimiento escolar. Comunicación personal. *Comunicación personal*.
- [11] García-Carmona, A. (2009). Aprendiendo hidrostática mediante actividades de investigación orientada: Análisis de una experiencia con alumnos de 15-16 años. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 273-286.

- [12] García, M., & Foladori, G. (2015). Divulgación de Ciencia y Tecnología: los límites del enfoque técnico en las nanotecnologías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(12), 508-519.
- [13] Serena, P., Giraldo, J., Takeuchi, N., & Tutor, J. (2014). *Guía Didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria*. Madrid: Red "José Roberto Leite" de divulgación y formación en nanotecnología.
- [14] Tws Blob Tecnowebstudio. (2015). Obtenido de <https://tecnowebstudio.com/cientificos-israelies-desarrollan-nanobots-para-detectar-celulas-cancerigenas/>
- [15] Orden ECD/489/2016. *Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Aragón.
- [16] Fernández Uria, E. (1979). *Estructura y Didáctica de las Ciencias*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación.
- [17] Freinet, C. (1973). *La enseñanza de las ciencias*. Barcelona: Laia.
- [18] Hodson, D. (2003). Time for action. Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 6(25), 645-670.
- [19] Sanmarti, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En J. Perales, & P. Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales* (págs. 239-265). Barcelona: Editorial Marfil.
- [20] OCDE. (2005). *Definition and Selection of competencias. Executive Summary*. Obtenido de <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- [21] Alambique, D. d. (Abril-Mayo-Junio de 2013). Monografía: Hacer Unidades Didácticas. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*(74).
- [22] Gee, B., & Clackson, S. (1992). The origin of practical work in the English school science curriculum. *School Science Review*, 265(73), 79-83.
- [23] Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 3(14), 365-379.
- [24] OCDE. (2008). *Competencias científicas para el mundo del mañana*. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. Madrid: Santillana.

- [25] Ministerio de Educación y Ciencia (2015). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español*. Instituto de Evaluación, Madrid.
- [26] Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 299-313.
- [27] Johnstone, A., & Wham, A. (1982). The demands of practical work. *Education in Chemistry*(19), 71-73.
- [28] Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil en los trabajos prácticos? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*.
- [29] Díaz Escalera, M. (s.f.). *Física y Química experimentos*. Obtenido de <http://fq-experimentos.blogspot.com.es/>
- [30] Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y propuesta para su diversificación. *Aula de Innovación Educativa*(9), 61-68.
- [31] Tamir, P. (1989). Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science Education*, 1(73), 59.
- [32] Fenshan, P. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of research in Science Teaching*, 8(46), 884-896.
- [33] Bybee, R. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities* (Vol. 8). Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- [34] Cachapuz, A., Lopes, B., Paixao, F., Praia, J., & Guerra, C. (2005). Proceeding of the International Seminar on "The state of the art in Science Education Research". Universidad de Aveiro.
- [35] Oliva, J. M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de educación secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(8), 41-53.
- [36] Pro, A. (2009). ¿Qué investigamos sobre Didáctica de las Ciencias en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*(69), 45-59.
- [37] Sanmartí, N. (2008). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad

- del área: la experiencia de la revista Enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(26), 301-310.
- [38] Campanario, J. (1998). Preguntas y respuestas sobre la evaluación de los alumnos en la enseñanza de las Ciencias. *Tarbiya*(19), 69-84.
- [39] Ayto. de Zaragoza. (2017). *Cifras de Zaragoza. Datos demográficos del padrón municipal*. Obtenido de <http://www.zaragoza.es/contenidos/estadistica/Cifras-Zaragoza-2017-1.pdf>
- [40] IES Pilar Lorengar. (2017-2018). *Programación General Anual del IES Pilar Lorengar*. Zaragoza.
- [41] Sauleda, N., & Martínez, M. (1993). Propensiones en la evaluación de las actividades prácticas propias de las ciencias experimentales. Un escenario de cambio. *Enseñanza de las ciencias*(18), 255-271.
- [42] Bol, L., & Strage, A. (1996). The contradiction between teacher's instructional goals and their assessment practices in high school biology courses. *Science Education*(80), 145-163.
- [43] Alonso, M., Gil, D., & Martínez-Torregrosa, J. (1992). Los exámenes de Física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*(10), 127-138.
- [44] MEIC, M. d. (2017). *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020. Acción estratégica de Nanociencia y Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales*. Madrid.
- [45] Prieto, A., & Chrovak, R. (2016). Estudio de caso: Enseñanza mediante el enfoque de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM en inglés) para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad e innovación en los estudiantes. En N. U. Comahue (Ed.), *3er Congreso Argentino de Ingeniería (CADI). 9no Congreso de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI)*. Comahue, Argentina.
- [46] Crujeiras, B., & Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 1201.

- [47] National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K12 Science Education: practises, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- [48] Ferrés, C., Marbá, A., & Sanmartí, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- [49] Tamir, P., Nussinovitz, R., & Friedler, Y. (1982). The development and use of A practical Test Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*(16), 42-50.
- [50] Martínez Valcárcel, N. (s.f.). *La figura y la función docente del profesor: una reflexión sobre la calidad y la eficacia docente en tiempo de cambio*. Recuperado el 10 de 6 de 2018, de Universidad de Murcia: file:///C:/Users/JPM/Downloads/profesoramydepre.pdf
- [51] Martí, J. (1883). Escuela de Electricidad. *La América*.

7. Anexos

A continuación se adjuntan como anexos los proyectos presentados en este trabajo.

Anexo I: Proyecto Didáctico

Anexo II: Proyecto de Innovación Docente